دوماهنامه مطالعات کاربردی در علوم مدیریت و توسعه
سال هفتم، شماره ۶ (پیاپی: ۴۰)، آذر ۱۴۰۱

مروری بر نظام اداری و پیشرانی فناوری‌های همگرا

وحید حسنی هنزایی[1*]، رضا الهیاری[2]، کبری الهیاری[3]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۰۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۱۰
کد مقاله: ۸۵۳۷۷

چکـیده

نظام اداری، یکی از کلیدی‌ترین زیرساخت‌های توسعه در هر کشور است و این اهمیت در کشور ایران که نظام اداری آن از گستردگی و تأثیرگذاری بسیار بیشتری برخوردار است، دوچندان برآورد می‌شود. از سوی دیگر، نظام اداری، خود تحت تأثیر نظام علم و فناوری است و برای تحقق مأموریت‌هایش، ضروری است از جدیدترین فناوری‌ها استفاده نماید. واقعیت دیگر آن است که امروزه فناوری‌ها و علوم مختلف برای پیشرفت بیشتر باید با یکدیگر ترکیب شوند؛ چنین الزامی سبب شده است تا مفاهیم جدیدی همچون «همگرایی فناورانه» و «فناوری-های همگرا» معرفی شوند. اصطلاح فناوری‌های همگرا برای اشاره به ترکیب چهار دانش پیشرفته شامل فناوری نانو، فناوری زیستی، فناوری اطلاعات و علوم شناختی به کار می‌رود. هدف از مطالعه توسعه‌ای، کیفی و توصیفی حاضر آن است که آینده‌ی فناوری‌های همگرا در نظام اداری کشورمان ایران را بر مبنای نظرات خبرگان و دیدگاه هرمنوتیک تحلیل کرده و ضمن ارائه تصویری شفاف از آینده‌های محتمل در این عرصه، الزامات همگرایی فناورانه در نظام اداری جمهوری اسلامی ایران را پیشنهاد نماید.

واژگـان کلـیدی: فناوری‌های همگرا، نظام اداری، همگرایی فناورانه

۱- دانشجوی دکتری مدیریت صنعتی، دانشگاه یزد (نویسنده مسئول) (*Vahidhosni@gmail.com*)
۲- کارشناس ارشد برنامه ریزی سیستم های اقتصادی
۳- کارشناسی ارشد مدیریت و برنامه‌ریزی شهری

۱- مقدمه

از آنجا که نوع نگرش به نظام اداری در هر جامعه متفاوت است (میرمحمدی و ایزدخواه، ۱۳۹۱)، هنگام بررسی این مفهوم در کشوری خاص مانند ایران باید مناسبات و مقتضیات بومی این سرزمین مانند شرایط فرهنگی و حتی دینی حاکم بر فضای جامعه به صورت عام و همچنین شرایط فرهنگی سازمان‌های ایرانی مورد توجه و دقت قرار گیرد (معمارزاده و صانعی، ۱۳۹۰). اصولاً به نظر می‌رسد بررسی نظام اداری جمهوری اسلامی ایران باید با نگاهی متفاوت از سایر نظام‌های اداری در دنیا انجام شود چراکه دارای ماهیتی متفاوت از آن‌هاست (میرمحمدی و حسن پور، ۱۳۹۰) و تحت شرایط جغرافیایی، اجتماعی، سیاسی و اقتصادی ویژه-ای قرار دارد که به منظور بهره‌برداری بهینه از منابع و ظرفیت‌های موجود در همان شرایط طراحی شده است (تسلیمی و مشعلی، ۱۳۸۴). مطالعه پیش رو تنها مروری بر ویژگی‌های نظام اداری ج.ا. ایران بوده، و نقش فناوری‌های همگرا و همگرای فناوری را در نظام اداری باز می‌کند. ساختار تفسیری متن این تحقیق را به مطالعه مروری بر مولفه‌ها تبدیل کرده تا محققین و پژوهشگران این عرصه را بستری برای تحقیقات آتی جهت تنظیم راهبردهای نظام اداری بر مبنای فناوری در هر بخش قرار بدهند به گونه‌ای که با مشخص نمودن نوع فناوری و راهبردهای سازمان می‌توان الزامات پیشران فناوری را تعیین و اولویت بندی نمود. در ادامه ابتدا ویژگی نظام اداری ایران مورد مطالعه قرار میگیرد سپس این ویژگی‌ها در اسناد حقوقی مطالعه شده، سپس به بحث فناوریهای همگرا پرداخته میشود. تاریخچه و سابقه این فناوری و مدلهای معروف این مدل باز میشود. پیشرانهای فناوری همگرا و همچنین الزامات پیشرفت را با نگاه به نظام اداری ایران از نگاه هرمنوتیک و تطبیقی مورد تحلیل و بحث قرار میگیرد.

۲- مبانی نظری

۲-۱- ویژگی‌های نظام اداری ج.ا. ایران

شواهد حاکی از آن است که ظهور نظام نوین اداری در ایران به حدود یکصد سال پیش و حتی کمتر از آن بر می‌گردد (فروزنده دهکردی، ۱۳۸۷؛ Ahin, 2010) چراکه اصولاً تأسیس نهادهای رسمی بخش عمومی در کشورهای نفت‌خیز منطقه خاورمیانه از دهه ۱۹۵۰ میلادی و رواج درآمدهای نفتی شروع شده است (Biygautane & et al., 2017). الگوی مدرن از نظام اداری ایران که از حدود دهه ۱۳۳۰ شمسی پایه‌ریزی شده بود (احمدی و همکاران، ۱۳۹۳)، با پیروزی انقلاب اسلامی همانند دیگر نهادها دچار تحولات ساختاری و کارکردی عظیمی شد (Kuklan, 1981). در حال حاضر و با قرار گرفتن در دهه چهارم انقلاب، ایران از جمله کشورهای در حال توسعه محسوب می‌شود که در آن نظام اداری، دارای گستردگی نسبتاً زیادی است و نقشی برجسته در انجام بسیاری از امور کشور دارد (طالقانی و مهدی زاده، ۱۳۹۵). شکل کنونی ساختار اجرایی ایران که محصول پیوند میان تاریخچه‌ای بومی و الگوهای مدرن اقتباس شده از غرب می‌باشد (Farazmand, 1998)، مبتنی بر تمرکز اقتدارات اداری در وزارتخانه‌ها و سازمان‌های مستقر در مرکز کشور است و از نظر جغرافیایی، نظام اداری کشور در قالب سازمان‌هایی مانند استانداری‌ها، فرمانداری‌ها و بخشداری‌ها توزیع شده است که بر عملکرد نمایندگان دیگر سازمان‌های دولتی و نهادهای عمومی در سطوح جغرافیایی مختلف نظارت دارند (تسلیمی و مشعلی، ۱۳۸۴).

به گواهی مطالعات علمی معتبر، تلاش‌های انجام شده در زمینه اصلاح نظام اداری ایران تاکنون با توفیق کامل همراه نبوده است (Peykani & Ganjipoor, 2016) و این مجموعه، هم‌چنان از آسیب‌های مزمنی از قبیل سیاست‌زدگی (دانایی فرد، ۱۳۹۲)، ناکارآمدی مدیریتی، عدم شایسته‌سالاری، موازی‌کاری (ایزانلو و خداپرست مشهدی، ۱۳۹۴)، ضعف نظام‌های نظارت و ارزیابی عملکرد، گستردگی نامتناسب، وجود فساد اداری (فروزنده دهکردی، ۱۳۸۷) و... رنج می‌برد؛ به طوری‌که امروزه در محافل علمی و اجرایی کشور، نظام اداری به دلیل عملکرد ضعیف و بازدهی پایین مورد انتقادات شدیدی قرار گرفته است (میرسپاسی و قهرمانی، ۱۳۹۰) و حتی گاهی از آن به عنوان یکی از بزرگ‌ترین چالش‌های توسعه کشور یاد می‌شود (مرتضوی و همکاران، ۱۳۹۰). نظام اداری با این تاریخچه غنی، همواره در تمامی فرهنگ‌ها به عنوان یکی از پیش‌شرطهای اصلی توسعه جوامع مطرح بوده (بارانی و همکاران، ۱۳۹۶) و در کشور ما به دلیل وسعت نقش و تأثیرگذاری زیادش از اهمیتی مضاعف برخوردار است (ترابنده و رفیع زاده، ۱۳۹۵). با وجود این درجه از اهمیت و حساسیت، مطالعات اندکی در زمینه طراحی الگوی نظام اداری در جوامع در حال توسعه‌ای مانند ایران صورت گرفته است (ابوالحسنی رنجبر و همکاران، ۱۳۹۶) و خلأ تئوری مدیریتی متناسب با نظریه دولت جمهوری اسلامی در محافل آکادمیک، اجرایی، سیاست‌گذاری و تصمیم‌گیری این سرزمین، به شدت احساس می‌شود (نوری و همکاران، ۱۳۹۱).

۲-۲- نظام اداری ج.ا. ایران در اسناد حقوقی

صاحبنظران مدیریت استراتژیک معتقدند نظام اداری باید با راهبردهای ملی سازگار و همراستا باشد تا بتواند نقش خود را به عنوان ابزاری برای پیاده‌سازی این راهبردها ایفا نماید (رهنورد، ۱۳۹۱). این راهبردهای ملی معمولاً در قالب اسناد حقوقی، اظهار می‌شوند. قانون اساسی ایران به عنوان راهبردی‌ترین و زیربنایی‌ترین سند حقوقی ناظر به ماهیت و فعالیت نظام اداری کشور،

مطابق با مفاد بند دهم از اصل سوم خود، دولت جمهوری اسلامی را مکلف ساخته تا تمام امکانات خود را برای ایجاد نظام اداری صحیح و حذف تشکیلات غیرضرور به کار گیرد (مرتضوی و همکاران، ۱۳۹۰).

دیگر اسناد حقوقی فرادستی مانند سند چشم‌انداز جمهوری اسلامی ایران در افق ۱۴۰۴ و هم‌چنین سیاست‌های کلی نظام که از سوی مقام معظم رهبری ابلاغ می‌شوند نیز جلوه‌هایی از نظام اداری مورد انتظار برای پیگیری آرمان‌های نظام جمهوری اسلامی را ترسیم کرده‌اند. از سوی دیگر دولت برای دستیابی به اهداف توسعه در ابعاد مختلف اقتصادی، اجتماعی و سیاسی اقدام به تدوین برنامه‌های پنج‌ساله می‌کند و نظام اداری ابزاری است که این برنامه‌ها به کمک آن امکان پیاده‌سازی پیدا می‌کنند (رهنورد، ۱۳۹۱). مروری کلی بر این اسناد برنامه‌ای نیز نشان می‌دهد که تمامی برنامه‌های توسعه پنج ساله کشور از برنامه اول (آغاز شده در سال ۱۳۶۹) تا کنون، احکامی درباره نظام اداری و مختصات آن داشته‌اند (میرسپاسی و قهرمانی، ۱۳۹۰).

۲-۳- فناوری‌های همگرا

الف- تاریخچه و سابقه

به نظر می‌رسد وقتی مفهوم همگرایی فناورانه را به کار می‌بریم، لازم باشد به صورت دقیق مشخص کنیم که کدام تکنولوژی‌ها قرار است با یکدیگر پیوند برقرار کنند. می‌توان مثال‌های بسیاری از پیوند موفقیت‌آمیز میان فناوری‌های مختلف ذکر کرد؛ حتی اختراع نخستین اتوموبیل‌ها نیز حاصل همگرایی چند فناوری اولیه بوده است (Beaudry, 2007)؛ بنابراین اگر بیشتر محصولات صنعتی و مصنوعات مدرن بشر را دستاوردی از رویکرد همگرایی بدانیم، به اشتباه نرفته‌ایم. گفته می‌شود که در حوزه سازمان‌ها و صنایع، مدتهاست که از واژه همگرایی برای اشاره به فرایندهایی استفاده شده است که معمولاً برای بهره‌برداری از بخش‌های صنعتی نامرتبط به کار می‌روند (Kim & Hwang, 2012). با وجود این تاریخچه طولانی، طی سال‌های اخیر، روند همگرایی از شدت و سرعت بسیار بالاتری برخوردار شده است به طوری‌که عده‌ای، قرن بیست و یکم را با عنوان «عصر همگرایی» لقب داده‌اند (Lee, 2011). تاریخچه مفهوم انبیک (شزان) که امروزه به عنوان مصداق اصلی فناوری‌های همگرا شناخته می‌شود به سال‌های نخستین قرن حاضر بر می‌گردد؛ زمانی که بیش از هفتاد نفر از دانشمندان برجسته دنیا در قالب برنامه-ای تحقیقاتی به همکاری با یکدیگر پرداختند تا رشته‌های علمی پیشتاز در قرن جدید را شناسایی کنند و در گزارش پایانی خود بر اهمیت این چهار دانش و به ویژه ترکیب میان آن‌ها تأکید کردند (Cai, 2011). هدف از این گردهمآیی علمی که توسط «بنیاد ملی علوم» در آمریکا تشکیل شده بود، هم‌اندیشی میان نمایندگان دانشگاه، صنعت و دولت درباره چگونگی ارتقای قابلیت‌های بشر از طریق تجمیع علوم مختلف بود (Khushf, 2007). در واقع، اصطلاح انبیک را «روکو» و «بینبریج»، نخستین بار در سال ۲۰۰۱ م. در گزارش پایانی مربوط به همین گردهمایی علمی معرفی کردند (Bainbridge & Roco, 2016) و از آن طریق در سایر مناطق دنیا به ویژه اروپا نیز مورد توجه و تمرکز اندیشمندان و آینده‌پژوهان قرار گرفت؛ به طوری‌که امروزه بسیاری از کشورها مراکزی را به منظور پایش، سیاست‌گذاری و هدایت این جریان جدید ایجاد کرده‌اند.

ب- چیستی و ماهیت

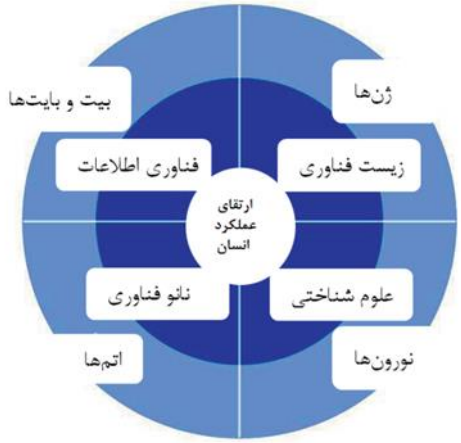
واژه‌نامه‌های معتبر، لغت «همگرایی» را در مفهومی عام و فراگیر به معنای نزدیک شدن دو یا چند موجودیت به همدیگر از جهت‌های مختلف دانسته‌اند، به نحوی که در نهایت باعث به هم رسیدن آن‌ها شود (Kim & Moon, 2013). بر این اساس، بیشتر منابع موجود، واژه همگرایی را نزدیک شدن دو یا چند موجودیت به همدیگر (Ghazinoory & Hajishirzi, 2012) و یا روند یکی شدن حداقل دو چیز جداگانه تعبیر کرده‌اند (Kim & Kim, 2012). به بیان دیگر، همگرایی به فرایندی در طول زمان اشاره دارد که طی آن، عناصری چندگانه که در بُعدی خاص، اصالتاً با یکدیگر فاصله دارند، در همان بُعد به سمت هم حرکت می-کنند (Schummer, 2008).

مفهوم همگرایی را می‌توان در چهار سطح یا چهار حوزه مختلف شامل دانش، فناوری، کاربرد و صنعت مشاهده کرد (Kim & Hwang, 2012)؛ به بیان دیگر، صاحبنظران به وجود سلسله‌مراتبی از مفهوم همگرایی در عرصه صنعت و اقتصاد معتقدند که از سطح دانش و با گسترش مرزهای علمی حوزه ای خاص از طریق بهره‌گیری از اصول دانشی دیگر شروع می شود؛ در سطح دوم، همگرایی فناورانه رخ می‌دهد که بر اثر انتقال تکنولوژی از حوزه‌ای به حوزه دیگر و ابداعات فناورانه ناشی از آن به وجود می‌آید. در چنین سلسله مراتبی، سطوح بعدی این مفهوم را همگرایی کاربردی (به معنای فرصت‌سازی برای خلق ارزش) و همگرایی صنعتی (که باعث ایجاد مزیت رقابتی خواهد شد) تشکیل می دهد (Ghazinoory & Hajishirzi, 2012).

در این میان، «همگرایی فناورانه» که موضوع تحقیق حاضر است به اشتراکات میان فناوری‌های مختلف اشاره دارد که بر پایه تحقیقات بین رشته‌ای و میان‌رشته‌ای در حوزه علم و فناوری حاصل می‌آید (Ezdina, 2017) و بر گرایش فناوری‌های مختلف به سمت تعامل و تقویت هم‌افزایانه یکدیگر دلالت می‌کند که با هدف تولید محصولات جدید و حصول پیامدهایی فرافناورانه و بی-مانند صورت می‌گیرد (McCreight, 2013). از نظر برخی متفکران، اصطلاح «فناوری‌های همگرا» به معنای فناوری‌های نوآورانه‌ای مطرح می‌شود که از ترکیب میان رشته‌های دانشگاهی و فناوری‌های مختلف با هدف حل مسائل آینده حاصل می‌آیند

(Kim & Hwang, 2012). بدین ترتیب می‌توان گفت که منظور از اصطلاح همگرایی فناورانه، پیوند هم افزایانه دو یا چند فناوری است که به صورت هدفمند و به منظور کسب قابلیت‌هایی فراتر از ظرفیت‌های جداگانه آن‌ها دنبال می‌شود.

با چنین تعریفی بسیاری از فناوری‌ها می‌توانند ترکیب‌های دو یا چندگانه با دیگر تکنولوژی‌ها برقرار نمایند و مفهوم همگرایی را می‌توان در عرصه‌های مختلف علم و فناوری مشاهده کرد (Roco & Bainbridge, 2013)، اما امروزه منظور بیشتر نویسندگان از کاربرد اصلاحاتی چون همگرایی فناورانه و فناوری‌های همگرا به تلفیق میان چهار دانش–فناوری نوپدید محدود می‌شود که مطابق با شکل ۱ عبارتند از: «نانوفناوری[1]»، «زیست‌فناوری[2]»، «فناوری اطلاعات[3]» و «علوم شناختی[4]» (Ezdina, 2017).



شکل ۱- همگرایی فناورانه شزان
(مأخذ: Farrokhi & et al., 2014: 4)

در زبان لاتین برای اشاره مختصر به این ترکیب چهارجانبه از واژه برساخته «NBIC» استفاده می‌شود و در زبان فارسی نیز اصطلاح «شزان» به همین منظور پیشنهاد شده است (پایا و همکاران، ۱۳۹۰). شرح مختصری از این چهار دانش پیشرفته از این قرار است:

- نانوفناوری: منظور از ریزفناوری، مطالعه و بیان اشیاء بسیار ریز است و بر این اساس، کنار هم قرار دادن اتم‌ها و یا مولکول‌ها برای تشکیل مواد و ابزاری با دقتی در حد اتم را نانوتکنولوژی خوانده‌اند که رویکردی تازه در تمام علوم محسوب می‌شود. بدین ترتیب فناوری نانو عبارت است از توانمندی تولید و دستکاری مواد و سامانه‌ها در مقیاس نانومتر که به اندازه اتم و مولکول نزدیک است (حسن‌بیگی و همکاران، ۱۳۹۴). فناوری نانو با ایجاد بستر سخت‌افزاری در کوچک‌ترین مقیاس ممکن برای تمامی مسائل مهندسی، سه فناوری دیگر را توانمند می‌سازد. برای مثال فناوری نانو با توسعه تکنیک‌های جدید تصویربرداری و حس‌گرهای مختلف، زیست‌فناوری را توانمند می‌سازد؛ با تکنیک‌های کوچک‌سازی به فناوری اطلاعات کمک می‌کند، همچنین نانوتراشه‌ها و نانو حسگرها پیشرفت‌های شگرفی را در دنیای بیوانفورماتیک ایجاد خواهند کرد (بی نام، ۱۳۹۴).
- زیست فناوری: فنونی را که در آن از موجودات زنده برای ساخت یا تغییر محصولات، ارتقای کیفیت زندگی و تغییر صفات ریز موجودات برای کاربردهای ویژه استفاده می‌کند، فناوری زیستی نامیده‌اند که خود ماهیتی چندبعدی داشته و از شاخه‌های مختلف علومی نظیر میکروب‌شناسی، زیست‌شناسی سلولی و مولکولی، مهندسی شیمی، ژنتیک، بیوشیمی، ریاضیات و رایانه کمک می‌گیرد (حسن‌بیگی و همکاران، ۱۳۹۴). زیست‌فناوری با شناسایی واکنش‌های فیزیکی–شیمیایی، و الگوریتم‌های ساختاری در سیستم‌های دارای حیات، سه فناوری دیگر را توانمند می‌سازد. برای مثال بیوفناوری با کمک سازوکارهای‌شناسایی سلولی و انتقال هدف‌دار[5]، فناوری نانو را توانمند می‌سازد؛ با معرفی سیستم محاسبات با کمک دی‌ان‌ای[6] فناوری اطلاعات را توانا می‌کند و همچنین سیستم‌های بیومیمتیک[7] و موتورهای سلولی می‌توانند تحقیقات در زمینه نانو اطلاعات[8] و نانو رباتیک را متحول سازند (بی نام، ۱۳۹۴).
- فناوری اطلاعات: می‌توان مطالعه، طراحی، توسعه، پیاده‌سازی، پشتیبانی و یا مدیریت هر نوع سامانه اطلاعاتی مبتنی بر رایانه را فناوری اطلاعات قلمداد کرد (حکیم و علایی، ۱۳۹۲) که البته این نوع تکنولوژی در واقع حاصل تلاقی سه فناوری ارتباطات، اطلاع‌رسانی و رایانه است (حسن‌بیگی و همکاران، ۱۳۹۴). فاوا با کمک روش‌های جدید رایانه‌ای برای پردازش اطلاعات و اجرای مدل‌ها، به کمک فناوری‌های نانو، بیو و علوم شناختی می‌آید. این روش‌ها برای هر سه فناوری بسیار حیاتی هستند، به‌طوری‌که با کنترل دقیق الگوسازی و برخورد مولکول‌ها باعث ارتقای فناوری نانو شده و به کمک مدل‌سازی واکنش‌های شیمیایی بیوفناوری را ارتقا می‌دهد (بی نام، ۱۳۹۴).
- علوم شناختی: فناوری‌های شناختی، دانشی میان‌رشته‌ای است که از علم اعصاب، روان‌شناسی، زبان‌شناسی، انسان-شناسی، هوش مصنوعی و فلسفه ذهن تشکیل شده و به بررسی ماهیت فعالیت‌های ذهنی مانند تفکر، طبقه‌بندی و

1 Nanotechnology
2 Biotechnology
3 Information Technology
4 Cognitive Science
5 Targeted transport
6 DNA based computing
7 Bio-mimetic
8 Nano-info

حرف زدن می‌پردازد و به همین دلیل کاربرد وسیعی در پزشکی، آموزش، سیاست و حتی علوم دفاعی و جنگ پیدا کرده است (حاجی شیرزی، ۱۳۹۰). علوم شناختی می‌توانند از طرق مختلف، فناوری‌ها و علوم دیگر را ارتقا دهند؛ از جمله آشناترین کاربردهای این علوم در سایر فناوری‌ها می‌توان به استفاده از تئوری بازی[1] برای بیشینه‌سازی سود و کاهش هزینه‌ها و یا استفاده از مدل‌های مختلف برای توجیه مسائل اقتصادی اشاره کرد. این علوم در حقیقت با تکیه بر علوم آمار و احتمالات به تحقیقات کمّی و درک بهتر از پویایی‌های اجتماعی کمک می‌کنند (بی نام، ۱۳۹۴).

۳- روش تحقیق

این تحقیق با مطالعه و گرداوری محتوای لازم برای تبیین کاربرد فناوریهای همگرا و همگرایی فناوری برای نظام اداری ج.ا. ایران به دیدگاه مطلعاتی و کتابخانه‌ای پرداخته و با نگاه تفسیری یا هرمنوتیک به نظر خبرگان بخش‌های همگون با نظام اداری را جهت پیشبرد اهداف پیشرانی فناوری به کار گرفته است. نوع مطالعه مروری و میدانی است.

۴- اهمیت و جایگاه موضوع

در میان فناوری‌های انقلابی و ساختارشکنانه‌ای که پیش‌بینی می‌شود سرنوشت بشر را دچار تحولاتی عمیق و بنیادین خواهند ساخت، «فناوری‌های همگرا» با وجود آن‌که در مراحل اولیه چرخه حیات خود به سر می‌برد، از جایگاهی کلیدی برخوردار است. ادعا می‌شود «همگرایی فناورانه» چنان تأثیر دگرگون‌کننده‌ای بر ابعاد مختلف تمدن بشری، اعمال خواهد کرد که می‌توان آن را «رنسانس نوین» لقب داد (آزادی احمدآبادی و جمالی مهموئی، ۱۳۹۶). این موج جدید فناورانه که پارادایم نوینی را با عنوان «انقلاب صنعتی چهارم» به دنیا معرفی کرده است (Aegerter & Benziger, 2015)، می‌تواند جامعه بشری را در قرن بیست و یکم دچار تحولی بنیادین سازد (Cai, 2011)؛ به طوری‌که حتی پیش‌بینی می‌شود به مدد فناوری‌های همگرا انسان قادر خواهد بود چالش‌ها و بحران‌های مزمنی همچون انرژی، آب، محیط زیست، جمعیت و ... را به نحوی مؤثر مدیریت کرده (Dotsenko, 2017) و جهانی متفاوت را برای ادامه حیات بشر رقم بزند.

گرچه تمامی شاخه‌های علم و فناوری از قابلیت همگرا شدن برخوردارند اما همگرایی این چهار حوزه خاص، دارای نفوذ و قدرت بسیار بیشتری خواهد بود و قدرت‌های جدیدی را به دیگر شاخه‌های علم و فناوری نیز خواهد افزود (حسن‌بیگی و عین القضاتی، ۱۳۹۴). از لحاظ فلسفی، همگرایی شزان بر پایه دیدگاهی بنیان گرفته است که اعتقاد دارد می‌توان قطعات مختلف جهان و زندگی را از یکدیگر جدا کرد و آن‌ها را بر اساس خواست بشر، بازسازی نمود (Swierstra & et al., 2009 (b)). در واقع مهم‌ترین دلیل تمرکز بر شزان، یکی کردن برداشت‌ها از طبیعت در سطوح نانو، اطلاعاتی، زیستی و سیستمی است تا بتوان نیازهای بشر را به گونه‌ای متفاوت و برتر برآورده نمود (Roco, 2007). طرفداران این رویکرد جدید فناورانه مدعی هستند که می‌توان با کمک این ابزار شگفت‌انگیز، ذره ذره اجزای سازنده جهان شامل اتم‌ها، ژن‌ها، بیت‌ها و نورون‌ها را مورد طراحی و دستکاری قرار داد (Kastenhofer, 2010) و زیست‌بوم جدیدی را برای زندگی بشر به وجود آورد (Dotsenko, 2017) که در آن کیفیت زندگی بشر به سطحی متعالی ارتقا یافته و بحران‌ها و معضلاتی همچون کمبود آب، ناکافی بودن منابع غذایی، آلودگی زیست محیطی، کمیابی مواد خام و منابع انرژی و... وجود نخواهد داشت (Matyushenko & et al., 2016).

۵- تأثیرات و کارکردها

اهداف و کارکردهای مورد انتظار از فناوری‌های همگرا که از طریق دانش‌های نوپدیدی چون هوش مصنوعی، روبوتیک، تعامل انسان با ماشین، پزشکی بازآفرینشی، زیست‌شناسی مصنوعی، عصب‌شناسی و... دنبال می‌شود را می‌توان در مواردی از این قبیل برشمرد: توسعه شناخت و ارتباطات انسان، ارتقای سلامت و قابلیت‌های فیزیکی بشر، بهبود پیامدهای گروهی و اجتماعی، تقویت امنیت، یگانگی علم و آموزش (Cai, 2011). چنین ادعا می‌شود که این ترکیب چهار وجهی تمامی سطوح هستی را در بر می‌گیرد: از طبیعت اتمی- مولکولی (نانو) و طبیعت زندگی (زیستی) تا طبیعت ذهن (شناختی) و فرایندهای تبادل اطلاعات در ساختارهای مادی (اطلاعات)؛ و در نتیجه فراحوزه‌ای از دانش را به وجود می‌آورد (Dotsenko, 2017) که بسیار قدرتمند بوده و بر تمامی ابعاد زندگی بشر تأثیرگذار خواهد بود (Cobb & Gano, 2012) و تأثیرگذاری آن بر ابعاد و سطوح مختلف زندگی انسان، نه تنها به انقلابی در دنیای علم و فناوری، بلکه به رنسانسی تازه در تمدن بشری منجر خواهد شد (Swierstra & et al., 2009). دامنه وسیع تأثیرگذاری فناوری‌های همگرا بر ابعاد زندگی فردی و اجتماعی انسان سبب شده که رویکردی تازه در سیاست‌گذاری این جریان اتخاذ شود که بر اساس آن، «همگرایی دانش و فناوری برای منافع جامعه» به عنوان منبعی برای خلق ارزش‌های مطلوب جوامع انسانی در نظر گرفته شده است. بدین ترتیب، همگرایی فناوری و دانش می‌کوشد تا از میان شباهت‌ها و تفاوت‌های ذاتی میان علوم و تکنولوژی‌های مختلف، به خصوص چهار فناوری پیش‌گفته، اهداف مشترک بشریت را در این جهان

1 Game theory

پهناور محقق سازد (Roco & Bainbridge, 2013). تحولات بالقوه ناشی از نفوذ فناوری‌های همگرا در سطوح مختلف تمدن انسان را می‌توان بدین شرح برشمرد:

الف) سطح فرد: در این حوزه، موضوع «ارتقای عملکرد انسانی»، محور تأثیرگذاری شزان خواهد بود (Canton, 2004) که در دو دسته کلی شامل جهش توانمندی‌های فیزیکی انسان مانند تقویت حواس، سلامت، دوام و طول عمر، ... (Schummer, 2008) و هم‌چنین رشد قابلیت‌های ذهنی مانند یادگیری، هوش، حافظه، ارتباطات، ... قابل تقسیم‌بندی است (Yoonessi & et al., 2011). به بیان دیگر، تأثیرات فردی انبیک به دو حوزه توانایی‌های فیزیکی و قابلیت‌های ذهنی-عصبی انسان مربوط می‌شود و از طریق سازوکارهایی چون پزشکی بازآفرینشی، مهندسی ژنتیک، آزمایشگاه روی تراشه، اندام‌های مصنوعی هوشمند و... به پیامدهایی چون غلبه بر انواع بیماری‌های صعب‌العلاج، تأخیر در فرایند پیر شدن، افزایش طول عمر انسان، ارتقای توانایی‌های شناختی مانند یادگیری و حافظه، رفع معلولیت‌ها و بسیاری دیگر از قابلیت‌ها منجر می‌شود (Roco, 2007; Golledge, 2004; Matyushenko & Khaustova, 2015) که در نهایت پدیده‌ای به نام «اَبَرانسان» را معرفی خواهد کرد (Aegerter & Benziger, 2015). در حقیقت ادعا می‌شود که ترکیب معجزه‌آسای این تکنولوژی‌ها در لایه فردی جامعه به ارتقای مهارت‌ها، ویژگی‌ها و شایستگی‌های نوع بشر منجر خواهد شد (Canton, 2004) و ضمن شتاب‌دهی به فرایند غلبه بر چالش‌های سلامت انسان مانند پیری (Bainbridge & Roco, 2016)، امیدواری‌های زیادی را برای دستیابی به ارتقای قابلیت‌های فیزیکی و ظرفیت‌های ذهنی بشر ایجاد خواهد کرد (Roco & Bainbridge, 2013).

ب) سطح سازمان: با نگاه سازمانی، جریان همگرایی فناورانه از طریق سازوکارهایی نظیر بکارگیری روبوت‌ها و هوش مصنوعی در ساختارهای سازمانی (Beaudry, 2007) و هم‌چنین تحول در نقش و جایگاه انسان در سازمان که از راه تسهیل فرایندهایی چون آموزش و توانمندسازی کارکنان دنبال می‌شود (Roco, 2007)، خواهد توانست، متغیرهایی از قبیل سطح عملکرد کارکنان، انگیزش و رضایت شغلی، کیفیت ارتباطات و فرهنگ سازمانی را به نحو چشم‌گیری بهبود بخشد (Ghalichkhani & et al., 2015). در این گستره، بسیاری از سیستم‌های مدیریتی، الگوهای سازمان‌دهی، سازوکارهای اداری، رفتار سازمانی و مفاهیمی چون رقابت و بهره‌وری دچار تحول و بازنگری اساسی خواهد شد (Alford & et al., 2012; Ghalichkhani & et al., 2015; Aegerter & Benziger, 2015). بدین ترتیب، در سطح سازمانی، این ترکیب هم-افزایانه می‌تواند از یک سو با تولید محصولات و خدمات جدید و از سوی دیگر با ارتقای ظرفیت‌های انسانی در فعالیت‌هایی چون کار کردن و یادگیری، به خلق فرصت‌های تازه‌ای برای پیشرفت جامعه بشری منجر شود (Bainbridge & Roco, 2016) و شاخص‌های شناخته شده‌ای چون عملکرد سازمانی را بهبود بخشد. نمونه‌ای از تأثیرات فناوری‌های همگرا بر سازمان‌های آینده را می‌توان چنین به تصویر کشید:

- ب-۱- بعد سخت‌افزاری: رواج استفاده از رایانه‌های بسیار سریع و کوچک، حسگرهای ریز و ارزان، مواد پرقدرت و در عین حال سبک، کارایی بالا در ذخیره‌سازی انرژی و سوخت، روبوت‌ها و ماشین‌های هوشمند اداری (حکیم و علایی، ۱۳۹۲)، ساختمان‌های هوشمند و بیدار (نبی‌پور و اسدی، ۱۳۹۳)، کاهش وزن و حجم تجهیزات و سخت-افزارهای سازمانی (حسن‌بیگی و همکاران، ۱۳۹۴)، پراکندگی جغرافیایی سازمان‌های مینیاتوری (کارگر شورکی و همکاران، ۱۳۹۵) و...؛
- ب-۲- بعد نرم‌افزاری: تسهیل فرایند کنترل از طریق ابزارهایی چون اینترنت اشیاء (پایا و همکاران، ۱۳۹۰)، اصلاح نظام تصمیم‌گیری با کمک اتصال میان مغز و ماشین (حسن‌بیگی و عین‌القضاتی، ۱۳۹۴)، تسریع برنامه‌های مدیریت تغییر از راه کاهش مقاومت‌های انسانی به مدد علوم شناختی (حسن بیگی و همکاران، ۱۳۹۴)، تغییر الگوهای معماری سازمانی و معرفی پارادایم‌های نوین سازماندهی و طراحی ساختار (کارگر شورکی و همکاران، ۱۳۹۵)؛
- ب-۳- بعد فردافزاری: کاهش قابل ملاحظه تعداد عوامل انسانی فعال در سازمان‌ها به دلیل استقرار هوش مصنوعی (شاکری کهنمویی، ۱۳۹۵)، تقویت قابلیت‌های فیزیکی و فکری مدیران و کارکنان از طریق تغییر در ژن‌ها و نزدیک شدن به مفهوم «اَبَر انسان یا ورانسان» با طول عمری طولانی‌تر و قابلیت‌هایی فراتر از انسان‌های معمولی (پایا و همکاران، ۱۳۹۰)، تحول بنیادین در نظام آموزش کارکنان به کمک میکروپردازشگرهای مرتبط با مغز (حسن‌بیگی و عین‌القضاتی، ۱۳۹۴)؛
- ب-۴- بعد روح‌افزاری (فرابخشی): تغییر نظام اخلاق حرفه‌ای به دلیل الگوسازی‌های ناشی از اینترنت و ارتباطات مجازی، ایجاد هویت‌های چندگانه سازمانی، رواج پدیده بی‌مرزی سازمانی (پایا و همکاران، ۱۳۹۰)، ایجاد انقلاب فرهنگی در سازمان‌ها به کمک علوم شناختی (حکیم و علایی، ۱۳۹۲) و هم‌چنین توسعه مسئولیت‌های اجتماعی سازمان‌ها و ملاحظات زیست‌محیطی (شاکری کهنمویی، ۱۳۹۵).
- ب-۵- سطح جامعه: فراتر از این لایه‌ها و در سطحی کلان، نفوذ فناوری‌های همگرا در ابعاد سیاسی، اجتماعی، اقتصادی و فرهنگی جامعه بشری، هویت‌های جدیدی چون جامعه اطلاعاتی، جامعه زیستی، جامعه نانو و در بلندمدت، جامعه شناختی را حاصل خواهد آورد که در قالب مفهوم «جامعه دانشی» متجلی می‌شود و از طریق هم-

افزایی میان این خرده نظام‌ها، جامعه نوآورانه پایداری را شکل می‌دهد که به پایه‌ریزی تمدنی باثبات و متوازن منتج خواهد شد (Dotsenko, 2017). به صورت خاص در لایه اجتماعی، نفوذ جریان همگرایی فناورانه علاوه بر ایجاد ساختارهای خانوادگی جایگزین و نوآوری در مفاهیم شناخته شده‌ای چون تربیت و آموزش افراد (Bainbridge, 2007)، فرایند ارتباطات اجتماعی بشر را از طریق امکان‌پذیر نمودن واسطهای عصبی و هوش مصنوعی، دچار دگرگونی‌های عظیم و باورنکردنی خواهد کرد (Gnatik, 2016) و تعاملاتی فراتر از محدودیت‌ها و موانع سنتی از قبیل ناتوانی‌های جسمی، اختلاف زبانی، فاصله جغرافیایی و تفاوت سطح دانش و فرهنگ، در سطح جوامع انسانی شکل خواهد گرفت (Lopez, 2004). علاوه بر این، فناوری‌های همگرا در سطح جامعه تحولات اقتصادی، فرهنگی، سیاسی، مذهبی و امنیتی دیگری را نیز پایه‌گذاری خواهد کرد که از میان آن‌ها می‌توان به شتاب‌دهی به رشد اقتصادی (Akaev & Rudskoi, 2015)، ایجاد جامعه پایدار نوآور (Dotsenko, 2017)، بر هم زدن ساختارهای سیاسی (Swierstra & et al., 2009)، ظهور مذاهب جدید (Bainbridge, 2007)، ریشه‌کنی تروریسم (McCreight, 2013) و.. اشاره داشت.

۶- پیشران‌ها و الزامات بر اساس نگاه تفسیری

شکل‌گیری مؤثر جریان همگرایی فناورانه، مستلزم برخورداری از زمینه‌های مساعد جامعه در حوزه‌های مختلف است که بدون آن‌ها امیدواری چندانی به رشد و شکوفایی شزان در بستر کاربرد نخواهد بود. در واقع وضعیت مناسب این شرایط زمینه‌ای از قبیل اخلاقی، اقتصادی، قانونی، و اجتماعی می‌تواند توسعه فناوری‌های همگرا را تسریع و تکمیل کند (Beland & et al., 2011). می‌توان یافته‌های مطالعاتی را که پیش از این با هدف معرفی این پیشران‌ها یا زمینه‌های ضروری برای ایجاد همگرایی میان فناوری‌های شزان انجام شده اند، در قالب جدول ۱خلاصه‌سازی نمود.

جدول ۱-خلاصه یافته‌های تحقیقات پیشین درباره پیشران‌ها و الزامات همگرایی فناورانه

مشخصات منبع علمی	دستاوردها در زمینه دسته‌بندی پیشران‌ها و الزامات همگرایی فناورانه
Aegerter & Benziger (2015)	فنی/ امنیتی/ اجتماعی/ سیاسی
McCreight (2013)	قانونی/ مالی/ علمی/ برنامه ای
McIntosh(2010)	سیاسی/ حقوقی/ اقتصادی/ فنی
Swierstra & et al. (2009)	اخلاقی/ اجتماعی/ قانونی/ سیاسی/ علمی-فنی
Luce (2009)	اخلاقی/ قانونی/ اجتماعی/ سیاسی/ اقتصادی/ زیست محیطی
Roco (2007)	اجتماعی/ اقتصادی/ علم و فناوری/ اخلاقی/ قانونی/ سازمانی
Nordmann (2007)	اقتصادی/ اجتماعی/ فنی/ اخلاقی/ سیاسی/ جغرافیایی
Wolbring (2006)	فرهنگ/ اقتصاد/ اخلاق/ معنویت
Canton (2004)	فرهنگ/ ایدئولوژی/ سیاست/ مذهب/ اخلاق

۷- بررسی و بحث در مورد الزامات پیشران فناوری

شرح مختصری از مهم‌ترین پیشران‌ها و الزامات شکل‌گیری جریان همگرایی فناورانه از این قرار است:

محیط سیاسی-حکومتی: نظام سیاسی: از آنجا که نظام سیاسی و سیاست اجتماعی دولت در هر جامعه، نقش هماهنگی و پیوند بخشیدن میان نیروهای سیاسی، مذهبی و دیگر نهادها را بر عهده دارد، عاملی مهم در زمینه‌سازی برای توسعه جریان همگرایی فناورانه محسوب می‌شود. باید پذیرفت تصویری که مجموعه این نهادهای سیاسی از «فردای بهتر» ارائه می‌کنند و این-که نقش فناوری‌های پیشرفته در آن چه باشد، برای تعیین سرعت و جهت توسعه فناوری‌های همگرا بسیار مهم است (Kamensky, 2015).

نظام قضایی: نحوه نگرش محیط سیاسی به سازوکارهای قضایی و تعریف آزادی در جامعه، عاملی تعیین‌کننده برای سرعت و گستره کاربرد فناوری‌های شزان قلمداد می‌گردد. برای نمونه اگر موضوع ارتقای عملکرد بشری به عنوان انتخابی فردی مورد حمایت و مراقبت نظام قضایی قرار گیرد، شرایط مناسبی برای توسعه انبیک فراهم خواهد آورد که به هیچ وجه قابل مقایسه با شرایطی نیست که در آن، این فناوری‌ها تنها ابزاری برای تعدی و حمله به آزادی افراد تلقی شود. اگر نظام قضایی بپذیرد که شزان می‌تواند راهی را برای طراحی آینده‌ای مرجّح نشان دهد که در آن ضمن احترام به آزادی افراد، انسان‌ها بتوانند حیاتی بهره‌ورانه‌تر و با کیفیت را تجربه کنند، تأثیری مثبت در جریان همگرایی فناورانه ایفا خواهد نمود (Canton, 2004).

نظام حقوقی: می‌دانیم که علم و حقوق با یکدیگر تعامل دارند و همدیگر را تکامل داده و می سازند. آنچه توسط علم اثبات می‌شود یا توسط فناوری خلق می‌شود، نظام حقوقی را به چالش می‌کشاند و آنچه توسط حقوق، ممنوع یا مجاز شمرده می‌شود، در

ترسیم تصویری تازه از دانش مشارکت می‌کند. باید دانست که موضع‌گیری نظام حقوقی یکی از عوامل مؤثر (پیشران) همگرایی انبیک است؛ در واقع پاسخ به این سؤال که آیا نظام حقوقی کشور دستاوردهای همگرایی فناورانه، مثلاً تکثیر بشر بدون نیاز به تولیدمثل، را مجاز می‌شمرد یا ممنوع؛ عاملی مهم در تقویت یا تضعیف جریان همگرایی فناورانه خواهد بود. ظهور فناوری‌های همگرا می‌تواند چالش‌ها و اختلالاتی را در نظام حقوقی به وجود آورد و لازم است ابزارهای قضایی لازم برای پاسخ دادن به انبوه سؤالات ناشی از این پدیده علمی–فناورانه ایجاد گردد؛ حتی شاید برای زمینه‌سازی توسعه همگرایی فناورانه لازم باشد که شاخه‌های مختلفی از حقوق با یکدیگر همگرا شوند (Desmoulin-Canselier, 2012).

نظام اداری: از آنجا که دولت‌ها به دنبال کسب منافع بلندمدت اجتماعی و اقتصادی در جهت پیگیری مأموریت خود در زمینه تحقق توسعه جامعه و نیل به سعادت اعضای جامعه تلاش می‌کنند، به توسعه فناوری‌های همگرا علاقه نشان می‌دهند. هرچند این علاقه‌مندی بیشتر در قالب تحقیقات بنیادین و نه تجاری برای توسعه یا اقتباس این فناوری‌ها بروز پیدا می‌کند، به هرحال همراهی نظام اداری، یکی از مهم‌ترین پیشران‌های جریان همگرایی فناورانه در هر جامعه محسوب می‌شود (Alford & et al., 2012).

محیط اجتماعی–فرهنگی: اخلاق: ظهور و گسترش فناوری‌های همگرا (انبیک)، افق‌های تازه‌ای را در مباحث اخلاقی گشوده است که باید توسط فلاسفه مورد بررسی قرار گیرد تا قابلیت پذیرش این فناوری‌ها از جنبه اخلاقی و اجتماعی تعیین گردد. مباحث میان مخالفان و موافقان این فناوری در هاله‌ای از آشفتگی و ناسازگاری قرار دارد. دلایل این وضعیت عبارتند از: ابهام یا کمبود شفافیت که از این حقیقت ناشی می‌شود که هرگونه استدلال (مبتنی بر طبیعت و ماهیت، شأن و زندگی انسانی) می‌تواند باعث ارزیابی‌های هم مثبت و هم منفی از انبیک شود؛ چرا که معنای مرکزی اظهارات اخلاقی استدلال‌ها چندان مشخص و شفاف نیست؛ عدم امکان ارائه دلایلی با مبانی قدرتمندی که بتواند دیگران را به پذیرش آنها متقاعد سازد؛ دشواری کاربرد این استدلال‌ها در موقعیت‌های خاص؛ اثربخش نبودن استدلاهای اخلاقی در جامعه دموکراتیک (Beland & et al., 2011).

انتظار عمومی: به نظر می‌رسد انتظارات جامعه درباره فناوری‌های نوپدید به شدت بر توسعه جریان همگرایی فناورانه تأثیر دارد. چالش در اینجاست که مردم اغلب تمایل دارند که بر اساس دیدگاه‌ها و ارزش‌های کنونی‌شان به اطلاعات پیرامون فناوری‌های نوین واکنش نشان دهند و نه بر اساس ارزیابی عقلایی از منافع و خطرات آن‌ها. فرصت فرارو در این زمینه آن است که از فعالیت‌های آینده‌نگارانه برای ارزیابی و تنظیم انتظارات بازیگران مختلف و دستیابی به انتظار جمعی[1] استفاده شود (Alford & et al., 2012).

تبلیغات: باید دانست که نقش فضای رسانه‌ای مرتبط با محیط اجتماعی در فرایند توسعه همگرایی فناورانه بسیار حائز اهمیت است؛ به طوری‌که گفته می‌شود نقش لابی‌گری نمایندگان رسانه‌ها برای فرهنگ‌سازی و تبلیغ این ابزارهای فناورانه دارای تأثیر فراوانی است (Kamensky, 2015).

محیط اقتصادی–مالی: یکی از مسائل مهم در زمینه تخصیص منابع تحقیق و توسعه در جریان همگرایی فناورانه، بازه زمانی تأمین بودجه برای انجام فعالیت‌ها می‌باشد. یافته‌های مطالعه‌ای علمی حاکی از آن است که مقدار بودجه و بازه زمانی تأمین آن، احتمال وقوع همگرایی فناوری‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. عقیده رایج این است که بودجه بزرگ‌مقیاس، محققان را قادر می‌سازد تا به حوزه‌های فنی بیشتری دسترسی پیدا کنند، اما نتایج حاصل از این مطالعه جدید، خلاف این عقیده بوده و نشان می‌دهد که زیاد بودن بودجه، محیط همگرایی فناوری‌ها را دشوار می‌کند. این تأثیر منفی میزان بودجه بر همگرایی فناوری‌ها یکی از جنبه‌های منفی وفور منابع تحقیق و توسعه را روشن می‌سازد: منبع زمانی، تأثیری مثبت در احتمال تولید همگرایی فناوری‌ها دارد، در حالیکه منابع مالی، در این زمینه تأثیر منفی دارند. از علل این امر می‌توان به انتظارات بسیار واحدهای حامی و تغییرات ایجاد شده در فعالیت‌های واحدهای تحقیق و توسعه متناسب با این انتظارات اشاره‌کرد. میزان بودجه اختصاص یافته به یک پروژه، عموماً معیاری از میزان اهمیت آن محسوب می‌شود و میزان تعهد مدیران در قبال پروژه‌های متمایز دارای بودجه، با میزان اهمیت آن رابطه مستقیم دارد. در نتیجه، آن دسته از فعالیت‌های تحقیق و توسعه که سازمان‌های دولتی به میزان قابل توجهی در آن‌ها سرمایه‌گذاری می‌کنند، عموماً به مأموریت‌های دقیق و سرسخت با اهداف راهبردی مبدل می‌شوند؛ در حالیکه دیگر فعالیت‌ها عموماً ناگهانی بوده و مسیر حرکت آن به سوی تشویق خلاقیت و فعالیت‌های گروهی و شبکه‌ای متمایل است (Akaev & Rudskoi, 2015)

محیط علمی– فناورانه: چنین گفته می‌شود که توسعه فناوری‌های همگرا نیازمند مدل‌های جدیدی از اکتشافات علمی است تا بتوان رازهای همگرایی را با آن‌ها حل نمود (Canton, 2004). علاوه بر این، برخی متغیرهای مربوط به نظام علمی و فناوری در سطح جامعه و بنگاه نیز وجود دارند که جریان همگرایی فناورانه را تحت تأثیر خود قرار می‌دهند. مهم‌ترین این عوامل از این قرار است (جئونگ و لی، ۱۳۹۴):

سطح آمادگی فناورانه: این مفهوم، اساساً بیانگر فاصله میان خروجی واحد تحقیق و توسعه از کاربردی‌شدن است. سطح آمادگی بالا در توسعه فناوری به مفهوم فاصله بیشتر آن از تحقیقات پایه‌ای و بنیادین بوده و در نتیجه، تعیین خروجی‌های قابل‌تصور آن نظیر مالکیت معنوی به دقت و کنترل بیشتری نیاز دارد. به‌علاوه، درجه پیچیدگی فنی و تنوع در این سطح محتملاً از

1 Collective Expectations

سطوح ابتدایی بیشتر است. در واقع، با توجه به هزینه‌های معاملاتی نسبتاً زیاد جهت شبکه‌بندی و برقراری ارتباط در سطوح آمادگی بالا، محققان عموماً به مشارکت با دیگر حوزه‌های تهیه‌کننده اطلاعات (حتی در یک سازمان مشترک) تمایلی ندارند.

فاصله فناورانه: هرچه فاصله میان حوزه‌های علمی–فنی بیشتر باشد، نرخ افزایش مزایای حاصل از ترکیب اطلاعات به‌دست آمده از این حوزه‌ها کاهش یافته و نرخ افزایش هزینه‌ها بیشتر خواهد شد. نتیجه‌گیری فوق بر پایه این فرضیه می‌باشد که هرچه فاصله فنی میان حوزه‌ها بیشتر باشد، نتایج حاصل از ادغام آن‌ها محتملاً سودمند بوده و در عین حال، مشکلات مرتبط با برقراری ارتباط، تکمیل‌گری مشترک و تقاطع اهداف بیشتر خواهد بود. همچنین با استناد به مطالعه انجام شده در زمینه سازندگان لیزرهای پزشکی، همگرایی میان حوزه‌های متفاوت عموماً در سطوح تحقیقاتی پایه رخ می‌دهد. بنابراین، احتمال وقوع همگرایی فناوری‌ها زمانی بیشتر است که فناوری حاصل از واحد تحقیق و توسعه سطح آمادگی پایینی داشته‌باشد.

چرخه عمر فناوری: میزان نوآوری در فناوری‌های معمولی و فناوری‌های همگرا با یکدیگر متفاوت است. بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری کرد که فرصت‌های به‌دست‌آمده از همگرایی فناوری‌ها، به فاز توسعه‌ای فناوری در چرخه عمر آن وابسته است. در مراحل ابتدایی چرخه عمر فناوری، نرخ رشد وابسته به «تازگی» است. تازگی و نوپایی فنی، یکی از اصلی‌ترین مزایای ترکیب دانش و اطلاعات ناهمگون بوده و تعیین‌کننده سرعت رشد فناوری و محصولات مرتبط با آن می‌باشد. همگرایی نیز صورتی خاص از نوآوری فنی بوده و در نتیجه، امکان کشف راه‌های جدیدی را جهت مقابله با چیزهای جدید، فراهم می‌آورد. بنابراین، در صورتی که همگرایی فناوری‌ها در مراحل ابتدایی از چرخه عمر فناوری باشد، واحدهای تحقیق و توسعه را به آغاز فعالیت‌های نوآورانه ترغیب و تشویق خواهد کرد. از سویی دیگر، در مراحل انتهایی چرخه عمر فناوری، نوآوری از توانایی کافی برای بهبود عملکرد فناوری و افزایش فروش محصولات مرتبط با آن برخوردار نیست؛ در نتیجه، می‌توان این چنین گفت که وقوع همگرایی فناوری‌ها با مرحله چرخه عمر فناوری رابطه معکوس دارد.

ساختار علمی: سازماندهی میان‌رشتگی برای همگرایی[1] از مهم‌ترین پیشران‌های مؤثر بر جریان همگرایی فناورانه شزان خواهد بود. بسیاری از صاحبنظران معتقدند که همگرایی تنها زمانی رخ می‌دهد که رشته‌های مختلف علمی و حوزه‌های فناوری به هم نزدیک شده و روش‌ها، رویکردها، مفاهیم و بینش‌هایشان را ترکیب کنند. طبیعی است که چنین اتفاقی تنها در سایه ساختار علمی منعطف و روزآمدی رخ خواهد داد که خود از ملزومات همگرایی محسوب می‌شود (Alford & et al., 2012).

۸- نتیجه‌گیری

بنابراین با توجه به این سطح از عوامل موثر بر فناوری می‌توان این نتیجه را به اثبات رساند که همه ساختارهای ناظر بر نظامات اداری، بر میزان پیشرانی فناوری اثر گذار بوده و به گونه‌ای انحصار فناوری به صورت بخشی پیشرانی فناوری را ناکارآمد خواهد کرد. ساختارهای علمی، چرخه عمر فناوری، فاصله فناورانه، سطح آمادگی فناورانه، محیط علمی– فناورانه، محیط اقتصادی–مالی، انتظار عمومی، محیط اجتماعی–فرهنگی، نظام اداری، نظام حقوقی، نظام قضایی و نظام سیاسی از پیشران‌های موثر بر فناوری‌های همگرایی هستند که به توسعه بخشی در نظامات اداری کمک خواهند نمود.

منابع

۱. آزادی احمدآبادی، قاسم (۱۳۹۵) ماهیت میان‌رشتگی مقاله‌های چهار حوزه نانو، زیستی، شناختی و اطلاعات بر اساس فن هم‌تالیفی، کتابداری و اطلاع رسانی، ۱۹ (۴): ۱۳۲–۱۶۸.

۲. آزادی احمدآبادی، قاسم و جمالی مهموئی، حمیدرضا (۱۳۹۶) تنوع و پراکندگی موضوعی تولیدات علمی ایران در حوزه فناوری‌های همگرا. پژوهش‌نامه علمی‌سنجی، ۳ (۶): ۱–۲۱.

۳. ابوالحسنی رنجبر، احمد؛ دانش‌فرد، کرم اله و فقیهی، ابوالحسن (۱۳۹۶) ارائه الگوی دستور کار خط مشی های اصلاح نظام اداری در ایران. مدیریت دولتی، ۹ (۴): ۶۱۵–۶۴۰.

۴. احمدی، فخرالدین؛ شفیع زاده، حمید و موسوی، سودابه سادات (۱۳۹۳) بررسی میزان تحقق برنامه‌های تحول در نظام اداری با تأکید بر شاخص مدیریت راهبردی. پژوهش‌های مدیریت راهبردی، ۲۰ (۵۴): ۱۱۷–۱۳۴.

۵. ایزانلو، قاسم و خداپرست مشهدی، مهدی (۱۳۹۴) ضعف نظام اداری: چالش استراتژیک توسعه منطقه‌ای (مطالعه موردی خراسان شمالی)، نشریه برنامه‌ریزی و آمایش فضا، ۱۹ (۱): ۱–۳۱.

۶. بارانی، صمد؛ فقیهی، ابوالحسن و نجف‌بیگی، رضا (۱۳۹۶) موانع تحول نظام اداری ایران. پژوهش‌های مدیریت عمومی، ۱۰ (۳۶): ۵–۳۰.

۷. بنیاد توسعه فردا (۱۳۸۴) روش‌های آینده‌نگاری تکنولوژی. تهران: بنیاد توسعه فردا.

1 Organising interdisciplinarity for convergence

۸. پایا، علی؛ محسن بهرامی؛ حمیدرضا شرکا و طباطبائی، سیدمحمد (۱۳۹۰) ارزیابی آینده‌پژوهانه تأثیرات علوم و فناوری‌های همگرا بر حوزه‌های اخلاق، اجتماع و سیاست در ایران تا ۱۴۰۴. رهیافت، ۴۹ : ۱۹-۲۷.
۹. ترابنده، محمدعلی و رفیع‌زاده، علاءالدین (۱۳۹۵) ارائه تکنیکی ترکیبی در بهبود نظام مدیریت عملکرد دستگاه‌های اجرایی ایران مبتنی بر نقشه راه اصلاح نظام اداری. چشم انداز مدیریت دولتی، ۲۷: ۱۰۵-۱۲۱.
۱۰. تسلیمی، محمدسعید و مشعلی، بهزاد (۱۳۸۴) طراحی الگوی استقرار نظام فدرال اداری در ایران. مدرس علوم انسانی، ۹ (۳۹): ۱۵۷-۱۸۸.
۱۱. جئونگ، سئونگ‌کیون و لی، سانگ‌کی (۱۳۹۴) نیروی محرک همگرایی فناوری‌ها چیست؟. ترجمه‌ی محمد اصغری. فناوری‌های همگرا، ۱ (۱): ۲۸-۳۹.
۱۲. حاجی شیرزی، ریحانه (۱۳۹۰) تحلیل نقش فناوری اطاعات در توسعه علوم شناختی در ایران با استفاده از نظریه کنشگر-شبکه؛ پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته مدیریت فناوری اطلاعات دانشگاه تربیت مدرس؛ با راهنمایی دکتر سید سپهر قاضی نوری.
۱۳. حسن‌بیگی، ابراهیم و عین‌القضاتی، علیرضا (۱۳۹۴) نقش فناوری‌های همگرا در ارتقاء توان دفاعی جمهوری اسلامی ایران، نشریه مطالعات دفاعی استراتژیک، ۱۳ (۶۰): ۲۷-۵۱.
۱۴. حسن‌بیگی، ابراهیم؛ عین القضاتی، علیرضا و اسماعیلی، محمد (۱۳۹۴) نقش فناوری‌های نوین همگرا بر بهبود زندگی مردم و ارتقای امنیت جمهوری اسلامی. پژوهش‌های حفاظتی-امنیتی، ۳ (۱۵): ۳۳-۶۸.
۱۵. حکیم، امین و علایی، حسین (۱۳۹۲) بررسی کاربردها و تحلیل فرصتها و تهدیدات فناوری‌های همگرا (NBIC) در حوزه دفاعی کشور. نشریه سیاست دفاعی، ۲۱ (۸۲): ۶۱-۱۱۰.
۱۶. دانایی فرد، حسن (۱۳۹۲) به سوی فهم نظریه جهیزیه سیاسی در مدیریت بخش دولتی: شالوده‌های نظری، روایت مفهومی و پیامدهای سازمانی و ملی. اندیشه مدیریت راهبردی، ۷ (۱): ۵-۳۱.
۱۷. دانایی فرد، حسن؛ الوانی، سیدمهدی و آذر، عادل (۱۳۹۵) روش‌شناسی پژوهش کیفی در مدیریت: رویکردی جامع. چاپ چهارم. تهران: صفار.
۱۸. دانایی فرد، حسن و امامی، سیدمجتبی (۱۳۸۶) استراتژی‌های پژوهش کیفی: تأملی بر نظریه‌پردازی داده بنیاد. اندیشه مدیریت، ۱ (۲): ۶۹-۹۷.
۱۹. رهنورد، فرج اله (۱۳۹۱) معماری نظام اداری در پرتو سیاست‌های کلی ابلاغی. مدیریت توسعه و تحول، ۴ (۱۰): ۱۵-۲۲.
۲۰. رهنورد، فرج‌اله و محبی دلیگانی، مرضیه (۱۳۹۵) آثار جهانی شدن بر مدیریت دولتی در ایران. مدیریت دولتی، ۸ (۳): ۴۱۵-۴۳۶.
۲۱. شاکری کهنمویی، علی (۱۳۹۵) چشم‌اندازها و واقعیت‌های فناوری‌های همگرا ، ماهنامه فناوری‌های همگرا، ۱ (۴): ۲۱-۲۹.
۲۲. طالقانی، محمد و مهدی‌زاده، مهران (۱۳۹۵) شناسایی و طبقه‌بندی تنگناها و چالش‌های فعالیت‌های تحقیق و توسعه‌ای در نظام اداری. مدیریت توسعه و تحول، ۸ (۲۵): ۳۷-۵۰.
۲۳. فروزنده دهکردی، لطف‌الله (۱۳۸۷) بررسی نقش تئوری‌های نوین مدیریت در قانون مدیریت خدمات کشوری. مدیریت فردا، ۶ (۱۹): ۲۱-۳۳.
۲۴. کارگر شورکی، هدایت؛ پاک‌نژاد، فاطمه و میرغفوری، سیدحبیب‌الله (۱۳۹۵) تحقق توسعه‌ی پایدار سازمانی در سایه‌ی فناوری‌های همگرا. چهارمین کنگره سراسری فناوری‌های نوین ایران. تهران: مرکز راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار.
۲۵. محمدی، حامد؛ الوانی، سیدمهدی؛ معمارزاده طهران، غلامرضا و حمیدی، ناصر (۱۳۹۵) طراحی و تبیین الگوی اثربخش نظام اداری ایران، مدیریت دولتی، ۸ (۴): ۵۹۱-۶۱۶.
۲۶. مرتضوی، مهدی؛ زارع پورنصیرآبادی، فضل‌اله و مالکی، محمدرضا (۱۳۹۰) ارزیابی مواد قانونی نظام اداری در برنامه‌های سوم تا پنجم توسعه (با رویکرد ارزیابی گذشته‌نگر و آینده‌نگر). مجلس و پژوهش، ۱۸ (۶۷): ۷-۴۶.
۲۷. معاونت توسعه مدیریت و سرمایه انسانی رئیس جمهور (۱۳۹۳) نقشه راه اصلاح نظام اداری. چاپ اول. تهران: انتشارات معاونت توسعه مدیریت و سرمایه انسانی رئیس جمهور.
۲۸. معمارزاده، غلامرضا و صانعی، مهدی (۱۳۹۰) الماس رهبری معنوی در نظام اداری ایران. مدیریت توسعه و تحول، ۳ (۷): ۹-۱۸.
۲۹. میرسپاسی، ناصر و قهرمانی، مسعود (۱۳۹۰) ضرورت انطباق رویکرد تغییر بنیادین (اجرای کلان و مبتنی بر نگرش سیستمی) به برنامه تحول در نظام اداری کشور برای بهبود و ارتقاء قابلیت و توانمندی دولت. پژوهش‌های مدیریت، ۸۸: ۱-۲۲.
۳۰. میرمحمدی، سیدمحمد و حسن‌پور، اکبر (۱۳۹۰) نظام اداری ایران: تحلیلی بر مشکلات و چالش‌ها، چشم‌انداز مدیریت دولتی، ۲ (۸): ۹-۲۲.

۳۱. میرمحمدی، سیدمحمد و ایزدخواه، محمدمهدی (۱۳۹۱) به کارگیری مدل کارت امتیازی متوازن (BSC) در ارزیابی اجرای سیاست‌های کلی نظام اداری. چشم‌انداز مدیریت دولتی، ۳ (۱۱): ۱۵-۳۱.
۳۲. نبی‌پور، ایرج؛ اسدی، مجید (۱۳۹۳) فناوری‌های همگرا: شکل‌دهنده آینده پزشکی. نشریه طبّ جنوب، ۱۷ (۶): ۱۰۴۵-۱۰۶۷.
۳۳. نوری، روح‌الله؛ عابدی جعفری، حسن؛ فیرحی، داوود؛ فقیهی، ابوالحسن و طالقانی، غلامرضا (۱۳۹۱) ارتباط دولت و مدیریت عمومی در ایران: نگاهی تاریخی-تطبیقی. مدیریت دولتی، ۴ (۹): ۱۱۷-۱۴۰.
۳۴. نوری، سیامک و ایوبی، مریم (۱۳۸۸) توسعه مدل آینده‌پژوهی مبتنی بر پیمایش محیطی (مطالعه موردی در یک سازمان تحقیقاتی- دفاعی). مدیریت فردا، ۸ (۲۲): ۵۵-۶۶

35. Aegerter, A. & Benziger, A.S. (2015) Study the effect of internet on the human abilities in future. International Journal of Advanced and Applied Sciences, 2(5): 1-5.
36. Ahin, T. (2010) The State Structure of the Islamic Republic of Iran. TODAĐE's Review of Public Administration, 4(2): 93-117.
37. Akaev, A.A. & Rudskoi, A.I. (2015) A Mathematical Model for Predictive Computations of the Synergy Effect of NBIC Technologies and the Evaluation of Its Influence on the Economic Growth in the First Half of the 21st Century. Doklady Mathematics, 91 (2): 182-185.
38. Alford, K.; Keenihan, S. & McGrail, S. (2012) The Complex Futures of Emerging Technologies: Challenges and Opportunities for Science Foresight and Governance in Australia. Journal of Futures Studies, 16(4): 67-86
39. Bainbridge, W. S. (2007) Converging Technologies and Human Destiny. Journal of Medicine and Philosophy, 32(3): 197-216.
40. Bainbridge, W.S. & Roco, M.C. (2016) Science and technology convergence: with emphasis for nanotechnology-inspired convergence. Journal of Nanopart Researches, 18 (211):1-19.
41. Bainbridge, W. & Roco, M. (2005) Managing nano-bio-info-cognoinnovations: converging technologies in society. Dordrecht: Springer
42. Beaudry, D. N. (2007). The Effects of Technology Convergence on Markets. Paper presented at the Dynamics of Globalization - AIB US-Northeast Chapter Meeting in Portsmouth, New Hampshire. Retrieved from http://academicarchive.snhu.edu
43. Beland J.P.; Patenaude, J.; Legault, G.A.; Boissy, P. & Parent, M. (2011) The Social and Ethical Acceptability of NBICs for Purposes of Human Enhancement: Why Does the Debate Remain Mired in Impasse?. Nanoethics, 5: 295–307.
44. Biygautane M.; Gerber, p. & Hodge, G. (2017) The Evolution of Administrative Systems in Kuwait, Saudi Arabia, and Qatar: The Challenge of Implementing Market Based Reforms. Digest of Middle East Studies, 26 (1): 97-126.
45. Cai, S.S. (2011) The age of synthesis: From cognitive science to converging technologies and hereafter. Chinese Science Bulletin, 56 (6): 465-475.
46. Canton, J. (2004) Designing the future: NBIC technologies and human performance enhancement. Annals New York Academy of Science, 1013: 186-198.
47. Cobb, M.D. & Gano, G. (2012) Evaluating Structured Deliberations about Emerging Technologies: Post-Process Participant Evaluation. International Journal of Emerging Technologies and Society, 10: 96-110.
48. Desmoulin-Canselier, S. (2012) What Exactly Is It All About? Puzzled Comments from a French Legal Scholar on the NBIC Convergence. Nanoethics, 6:243–255.
49. Dotsenko, E. (2017) NBIC-Convergence as a Paradigm Platform of Sustainable Development. The Second International Innovative Mining Symposium. DOI: 10.1051/e3sconf/20172104013.
50. Ezdina, N. (2017) Humanity and Environment Co-influence in the Shadow of Technological Convergence. The Second International Innovative Mining Symposium. DOI: 10.1051/e3sconf/20172104015
51. Farazmand, A. (1998) Administration of the Persian achaemenid world-state empire: implications for modern public administration. International Journal of Public Administration, 21(1): 25-86.
52. Farrokhi, H.; GhodratiToostani, I.; Farasatkhah, M. & Ekhtiari, H. (2014) Sustainable Development of Cognitive Science and Technology Ecosystem; an Overview to the "Human Brain Project" as a Functioning Sample. Basic and Clinical Neuroscience, 5 (1): 4-10.
53. Ghalichkhani, R.D.; Sepahvand, R. & Mehdibeigi, N. (2015) The relation between organizational behavior and converging technologies. International Journal of Asian Social Science, 5 (8): 431-445.
54. Ghazinoory, S. & Hajishirzi, R. (2012) Using Actor-Network Theory to identify the role of IT in cognitive science in Iran. Procedia - Social and Behavioral Sciences, 32: 153 – 162.
55. Gnatik, E.N. (2016) Trends and Benchmarks of Higher Education in the area of Techno Science Progress. Indian Journal of Science and Technology, 9 (48): 1-7.

56. Golledge, R. (2004) Multidisciplinary Opportunities and Challenges in NBIC. Annals of the New York Academy of Sciences, 1013: 199-211
57. Ito, Y. (2007) Trends in Policies for Promoting Converging Technologies Expected to Bring Innovation. Quarterly review (science & technology trends), 24: 81-90.
58. Kamensky, E.G. (2015) Context of NBIC-Technologies Development: Institutions, Ideology and Social Myths. Mediterranean Journal of Social Sciences, 6 (6): 181-185.
59. Kastenhofer K. (2010) Do we need a specific kind of technoscience assessment? Taking the convergence of science and technology seriously. Poiesis Prax, 7: 37–54.
60. Khushf, G. (2004) Systems theory and the ethics of human enhancement. Annals New York Academy of Sciences, 1013: 124–149.
61. Khushf, G. (2007) The Ethics of NBIC Convergence. Journal of Medicine and Philosophy, 32 (3):185–196.
62. Kim, K.H. & Moon, Y.H. (2013) A New Measurement to Understand Convergence Phenomenon. Asian Journal of Innovation and Policy, 2 (1): 37-62.
63. Kim, M. & Kim, c. (2012) A Patent Analysis Method for Technological Convergence. Procedia - Social and Behavioral Sciences 40: 657 – 663.
64. Kim, P.R. & Hwang, S.H. (2012) A Study on the Identification of Cutting-Edge ICT-Based Converging Technologies. ETRI Journal, 34 (4): 602-612.
65. Kuklan, H. (1981) The Administrative System in the Islamic Republic of Iran: New Trends and Directions. International Review of Administrative Sciences, 3: 218-224.
66. Lee, S.Y. (2011) The Trends of IT Convergence in Korea. Journal of Korean Industrial Information System Research, 17 (7): 101-110.
67. Lopez, J. (2004) Bridging the Gaps: Science Fiction in Nanotechnology. International Journal for Philosophy of Chemistry, 10 (2): 129-152.
68. Luce, J. (2009) Narrating Converging Technologies. Ökologisches Wirtschaften, 4: 35-38.
69. Matyushenko, I. & Khaustova, V. (2015) modern trands on bioeconomy development in the world: the introduction of nbic-technologies in biomedicine. IJBRITISH, 2 (2): 103-118.
70. Matyushenko, I.; Sviatukha, I. & Grigorova-Berenda, L. (2016) Modern Approaches to Classification of Biotechnology as a Part of NBIC-Technologies for Bioeconomy. British Journal of Economics, Management & Trade, 14(4): 1-14.
71. McCreight, R. (2013) Convergent Technologies and Future. Strategic Studies Quarterly, 4: 11-19
72. McIntosh, D. (2010) Transhuman Security Dilemma. Journal of Evolution & Technology, 21 (2): 32-48.
73. Nordmann, A. (2007) Knots and Strands: An Argument for Productive Disillusionment. Journal of Medicine and Philosophy, 32(3): 217-236.
74. Olivier, A.J. & Schwella, E. (2018) Closing the strategy execution gap in the public sector. International Journal of Public Leadership,14 (1): 6-32.
75. Peykani, M.H. & Ganjipoor, S.R. (2016) Assessing the policies of the Iranian civil service management. International Business Management, 10 (15): 2902-2909.
76. Roco, M.C. (2007) Possibilities for global governance of converging technologies. Journal of Nanopart Researches, DOI 10.1007/s11051-007-9269-8
77. Roco, M. & Bainbridge, W. (2003) Converging Technologies for Improving Human Performance. Dordrecht: Springer.
78. Roco, M.C. & Bainbridge, W.S. (2013) The new world of discovery, invention, and innovation: convergence of knowledge, technology, and society. Journal of Nanopart Researches, 15: 1-17.
79. Schummer, J. (2008) From Nano-Convergence to NBIC-Convergence. in "Deliberating Future Technologies: Identity, Ethics, and Governance of Nanotechnology", Heidelberg et al.: Springer
80. Swierstra, T.; Boenink, M.; Walhout, B. & VanEst, R. (2009) Converging Technologies, Shifting Boundaries. Nanoethics, 3: 213–216.
81. Swierstra, T., VanEst, R. & Boenink, M. (2009) Taking Care of the Symbolic Order: How Converging Technologies Challenge our Concepts. Nanoethics, 3: 269–280.
82. VanEst R. & et al. (2012) Governance of Nanotechnology in the Netherlands – Informing and Engaging in Different Social Spheres. International Journal of Emerging Technologies and Society, 10: 6-26
83. Wolbring, G. (2006) Solutions Follow Perceptions: NBIC and the Concept of Health, Medicine, Disability and Disease. Health Law Review, 12 (3): 41-46.
84. Yoonessi A., Kalantarinezhad, R. & Joghataei, M.T. (2011) NBIC, the converging technologies. Basic and Clinical Neuroscience, 3 (1): 3.