**نام مقاله: تحليلي بر آينده نگاري علم و فناوري در حوزه فناوري اطلاعات و ارتباطات**

**نام نشريه: فصلنامه كتابداري و اطلاع رساني (اين نشريه در www.isc.gov.ir نمايه مي شود)**

**شماره نشريه: 42 \_ شماره دوم، جلد 11**

**پديدآور: محمد رضا بخشي**

**تحليلي بر آينده‌نگاري علم و فناوري در حوزه فناوري اطلاعات و ارتباطات**

**(مطالعة تطبيقي ژاپن و چين)**

محمدرضا بخشي[[1]](http://128.168.0.10/lib/modules/FCKEditor/pnincludes/editor/fckeditor.html?InstanceName=desc&Toolbar=Default" \l "_ftn1" \o ")

**چكيده**

**نقش فناوري ارتباطات و اطلاعات به عنوان محور بسياري از تحولات جهاني و همچنين يكي از ابزارها و بسترهاي مهم توسعه همه جانبه، انكارناپذير است. از اين رو، متصديان امور مملكتي كه خواهان افزايش قدرت و ثروت ملي و بهبود بخشيدن به شاخصهاي زندگي شهروندان خود هستند، در هزاره سوم به اين امر توجه و اهتمام ويژه‌اي دارند. اما مسئله مهم اين است كه يك فناوري زماني مي‌تواند به هدفهاي فوق نايل شود و سودمند واقع گردد كه در مقطع زماني مورد نياز ايجاد و محقق شده و زيرساختها و بسترهاي جامعه نيز آماده باشد. حصول چنين مطلوبيتي، نيازمند آمادگي و برنامه‌ريزي از قبل است كه در ادبيات امروز «آينده‌نگاري»****[[2]](http://128.168.0.10/lib/modules/FCKEditor/pnincludes/editor/fckeditor.html?InstanceName=desc&Toolbar=Default" \l "_ftn2" \o ")** [ناميده مي‌شود. مقاله حاضر با هدف بررسي و تحليل آينده‌نگاري در حوزه فناوري اطلاعات و ارتباطات (](http://128.168.0.10/lib/modules/FCKEditor/pnincludes/editor/fckeditor.html?InstanceName=desc&Toolbar=Default" \l "_ftn2" \o ")**ICT) تجربه كشور چين (در افق 2020) و ژاپن (در افق 2035) را مورد كنكاش قرار داده است. لذا پس از معرفي فرايند آينده‌نگاري، به نتايج حاصل از اين فرايند در حوزه فناوري اطلاعات و ارتباطات پرداخته شده است. نتايج نشان مي‌دهد در ژاپن فناوريهاي «امنيت اطلاعات» از نظر شاخص اثرهاي اجتماعي، شاخص اثرهاي اقتصادي و شاخص اهميت، فناوريهاي برتر آينده شناخته شده‌اند و سال تحقق آنها تقريباً در فاصله 2012 تا 2017 خواهد بود. همچنين، به طور متوسط فاصلة زماني ميان تحقق فناوري و پذيرش و به‌كارگيري آن در جامعه، 3/5 سال خواهد بود. نتايج كشور چين نيز نشان مي‌دهد از نظر شاخص اثرهاي اقتصادي «فناوري شبكه»؛ از نظر شاخص اثرهاي اجتماعي «فناوري شبكه» و «آي‌سي‌هاي جديد» از نظر شاخص اهميت «امنيت اطلاعات» و «امنيت شبكه»؛ از نظر اثرگذاري بر صنايع مدرن «فناوري شبكه» و «آي‌سي‌هاي جديد»؛ و از نظر اثرگذاري بر صنايع سنتي «فناوري يكپارچه سيستم SoC و آي‌سي» و «فناوريهاي شبكه‌هاي نسل آينده»؛ و از نظر تأثير در افزايش كيفيت زندگي مردم «فناوري چيني پردازش اطلاعات» و «فناوري دستيابي به باند پهن» مهم شناخته شده‌اند.**

**كليدواژه‌ها: فناوري اطلاعات و ارتباطات، آينده‌نگاري علم، ژاپن، چين**

**مقدمه**

امروزه اهميت فناوري اطلاعات و ارتباطات (ICT)[[3]](http://128.168.0.10/lib/modules/FCKEditor/pnincludes/editor/fckeditor.html?InstanceName=desc&Toolbar=Default" \l "_ftn3" \o ") به منظور افزايش سرعت و دقت فعاليتهاي مختلف سازمانها و در نتيجه بالا بردن بهره‌وري آنها، به روشني مشخص شده است. فناوري اطلاعات، سلاح و ابزاري جديد براي فعاليت در جهان معاصر به شمار مي‌رود كه استفاده نكردن از آن، انزواي كشور و در نهايت حذف شدن از جامعة جهاني را به دنبال خواهد داشت (هراتي‌زادي، بي‌تا) . مطالعات و بررسي‌هاي انجام شده نشان مي‌دهد جمهوري اسلامي ايران، جامعه اطلاعاتي و جامعه دانش‌بنيان را هدف قرار داده است، اما با وجود تلاش در اين راستا، حركت نسبتاً كندي دارد. اين در حالي است كه مطالعات نشان مي‌دهد براي رسيدن به جامعه اطلاعاتي، تنها گسترش فناوري كافي نيست بلكه شرايط و پيش‌نيازهاي اقتصادي اجتماعي و سياسي، مؤلفه‌هايي مهم مي‌باشند (حسيني، 1385). آينده‌نگاري، رويكردي است در پاسخ به مسئله فوق كه تمام ابعاد اقتصادي، اجتماعي، سياسي و انساني را در توسعه فناوري مدنظر قرار مي‌دهد. اين رويكرد از سال 1950، ابتدا با هدفهاي نظامي و از دهه 1970 با هدفهاي غيرنظامي و در زمينة علم و فناوري رواج پيدا كرده است. ژاپن از جمله كشورهاي پيشروي است كه آينده‌نگاري را در زمينه علم و فناوري از سال 1970 شروع كرده و تا سال 2006 هشت آينده‌نگاري انجام داده است. چين از ديگر كشورهاي آسيايي و در حال توسعه است كه از دهه 1990 آينده‌نگاري را شروع و تا 2006 چهار آينده‌نگاري انجام داده است. مقاله حاضر ـ كه بيشتر مطالب آن از گزارشهاي «مؤسسه ملي سياستگذاري علم و فناوري»[[4]](http://128.168.0.10/lib/modules/FCKEditor/pnincludes/editor/fckeditor.html?InstanceName=desc&Toolbar=Default" \l "_ftn4" \o ") ژاپن و «مركز پژوهشهاي ملي توسعه علم و فناوري» چين اخذ شده است ـ در پي پاسخگويي به اين سؤال است كه: «سابقه و فرايند آينده‌نگاري در اين دو كشور چيست و چه دستاوردهايي در حوزه فناوري اطلاعات و ارتباطات داشته است؟»

**مواد و روشها‌**

با توجه به ماهيت مطالعه، براي جمع‌آوري اطلاعات مرتبط آينده‌نگاري كشور چين و ژاپن و اطلاعات مربوط به فناوري اطلاعات و ارتباطات (ICT)، از اسناد الكترونيكي استفاده شده است.

**آينده‌نگاري علم و فناوري در ژاپن****[[5]](http://128.168.0.10/lib/modules/FCKEditor/pnincludes/editor/fckeditor.html?InstanceName=desc&Toolbar=Default" \l "_ftn5" \o ")**

ژاپن با سابقه ترين كشور در انجام مطالعات ‌آينده‌نگاري است و از سال 1970 تا سال 2006، هشت برنامه آينده‌نگاري علم و فناوري در بازه­هاي زماني 5 ساله و با افق 30 ساله انجام داده است (جدول2). ارزيابي برنامه‌هاي اول تا چهارم آينده‌نگاري كشور ژاپن نشان مي‌دهد به ترتيب 69%، 68%، 73% و 66% فناوريهاي پيش‌بيني شده محقق شده است (تحقق كامل فناوري و يا قسمتي از آن). ارزيابي تحقق فناوريها در حوزه فناوري اطلاعات، ارتباطات و الكترونيك گوياي آن است كه در آينده‌نگاري اول تا چهارم به ترتيب 72% ، 75% ، 79% و 63% از فناوريهاي پيش‌بيني شده محقق شده است (نيستپ، 2005).

**جدول 2. سابقه ‌آينده‌نگاري ژاپن**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **برنامه آينده‌نگاري** | **افق ‌آينده‌نگاري** | **تعداد موضوعها** | **تعداد زمينه‌هاي فناوري** | **سال اجرا** |
| اول | 2000-1971 | 644 | 5 | 1971-1970 |
| دوم | 2005-1976 | 656 | 7 | 1976 |
| سوم | 2010-1981 | 800 | 13 | 1982-1981 |
| چهارم | 2015-1986 | 1071 | 17 | 1986 |
| پنجم | 2020-1991 | 1149 | 16 | 1991 |
| ششم | 2025-1996 | 1072 | 14 | 1996 |
| هفتم | 2030-2001 | 1065 | 16 | 2001 |
| **هشتم** | **2035- 2006** | **858** | **13** | **2006** |

**مأخذ: يافته‌هاي محقق از مجموعه گزارشها**

   در جديدترين آينده‌نگاري (آينده‌نگاري هشتم)، مؤسسه ملي سياستگذاري علم و فناوري براي تهيه اطلاعات پايه و مورد نياز سومين برنامه 10 ساله (2015-2006) علم و فناوري، دو پروژه عمده را كه در مجموع هفت فاز مي‌باشد، در دو سال متوالي (04-2003) اجرا كرد. پروژه اول از جنس مطالعات گذشته نگر تحت عنوان «ارزيابي پيشرفت برنامه‌هاي علمي و فناوري ژاپن» دربردارندة سه فاز : 1- ترازيابي توانايي (ظرفيت)هاي علمي و پژوهشي ژاپن 2- تحليل اثرهاي اقتصادي ـ اجتماعي سياستهاي گذشته علم و فناوري ژاپن 3- پيشرفت و دستاوردهاي دانشگاه‌ها و سازمانهاي پژوهشي دولتي ژاپن، مي‌باشد. پروژه دوم از جنس مطالعات آينده نگر و تحت عنوان «پيمايش آينده نگاري» و شامل چهار فاز: 1- مطالعه نيازهاي اقتصادي و اجتماعي جامعه آينده 2- مطالعه در موضوعات پژوهشي كه به سرعت در حال توسعه است 3- پيمايش دلفي 4- سناريونويسي، مي‌باشد. در اين ميان، «پيمايش دلفي»[[6]](http://128.168.0.10/lib/modules/FCKEditor/pnincludes/editor/fckeditor.html?InstanceName=desc&Toolbar=Default" \l "_ftn6" \o ") يكي از مهم‌ترين و كانوني‌ترين مرحله مطالعات آينده‌نگاري كشور ژاپن مي‌باشد. دلفي هشتم در 13 حوزه تخصصي كه در بردارنده 130 دسته فناوري و 858 فناوري خاص مي‌باشد، تمركز داشته است (جدول3 ). در حوزه فناوري اطلاعات و ارتباطات 9 دسته فناوري و 75 فناوري خاص مورد مطالعه قرار گرفته است (جدول 4)

**جدول 3. تعداد فناوري‌ مورد مطالعه در هر حوزه**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **حوزه** | **دسته فناوري** | **فناوري معين** | **حوزه** | **دسته فناوري** | **فناوري معين** |
| اطلاعات و  ارتباطات | 9 | 74 | محيط‌زيست | 7 | 55 |
| الكترونيك | 15 | 69 | مواد و نانو فناوري | 10 | 70 |
| علم حيات | 11 | 65 | كارخانه‌ها | 9 | 59 |
| بهداشت و رفاه | 8 | 80 | زيرساختهاي صنعتي | 10 | 59 |
| كشاورزي،جنگل، آبزيان، غذا | 5 | 46 | زيرساختهاي اجتماعي | 14 | 97 |
| علوم دريا، فضا، زمين | 11 | 76 | فناوري اجتماعي | 11 | 56 |
| منابع انرژي | 10 | 51 | **كل** | 130 | 858 |

**مأخذ: نيستپ، b2005**

**جدول 4. دسته‌فناوريهاي مورد مطالعه در حوزه فناوري اطلاعات و ارتباطات (ICT)**

| **معرف** | **دسته فناوري** | **تعداد فناوري** |
| --- | --- | --- |
| **a** | **پردازش اطلاعات در مقياس بسيار بالا** Very large scale information processing | **4** |
| **b** | **محاسبات با بازده و كارايي بالا**        High-productivity computingاين دسته از علوم و فناوريها، از طريق بهبود همزمان سخت‌افزار، نرم‌افزار و شبكه و به كارگيري ابر رايانه‌ها، باعث افزايش كارايي و ارزش افزوده در زمينه‌هاي فني، علمي و صنعتي خواهد شد | **5** |
| **c** | **پشتيباني و حمايت از انسان ( فناوريهاي مرتبط با هوش مصنوعي)**Human support (Intellectual support)اين دسته از علوم و فناوريها به دنبال رايانه‌ها و سامانه‌هايي هستند كه بتواند در آينده جايگزين، مكمل و حامي فعاليتهاي ذهني بشر باشد. لذا علوم و فنوني كه به روابط ميان فعل و انفعالهاي مغز انسان و مغز مصنوعي مي‌پردازد، كانون توجه اين گروه از علوم و فناوريهاست.مثال: 1-ايجاد نرم‌افزاري (سيستم كارشناسي) كه نيمي از كارهاي حرفه‌اي مانند قضاوت و وكالت را انجام دهد. 2-استفاده وسيع از تلفنهايي كه قادر به ترجمه زبان در موقع گفتگو باشد. | **9** |
| **d** | **تعاملها و ارتباطهاي فراشفاف**Ultra-transparent communications; human interfaceاين دسته فناوريها، بر سيستمهاي تبادل دوطرفه ديتا و فناوريهاي رابط انسان با سيستم رايانه‌اي تمركز دارند. اين تبادل و يا ديتا شامل صدا، دما، لمس، جريان هوا، رطوبت، بو ، جلوه‌هاي ويژه گرافيكي و ... مي‌باشد.مثال: 1-جايگزين شدن صفحه نمايشهاي قابل حمل‌ونقل (نازك و نرم) به جاي روزنامه 2- فناوري تبديل متن به صوت با كيفيتي همسان صداي منبع ( انسان) | **14** |
| **e** | **امنيت اطلاعات (شامل امنيت اطلاعات و امنيت شبكه )**Informationsecurityدوربينهاي كنترل، كنترل ساختمان، امنيت خانه، محافظت از اطلاعات، محافظت از حريم شخصي، محافظت از حق كپي‌رايت، هويت افراد، رمزداركردن، اقدامهاي ضد ويروسي، اقدامهاي مرتبط با پيامهاي تجاري، از جمله مسائلي است كه در اين دسته از علوم و فناوريها مورد توجه قرار گرفته‌اند. | **10** |
| **f** | **فناوري اطلاعات براي توسعه سيستمهاي اجتماعي**Informationtechnologyfordevelopingsocialsystemsمثال: 1- سيستمهاي مرتبط با رأي‌گيري الكترونيكي 2-استفاده گسترده از سنجنده‌هاي پيشرفته آلودگي در منازل مانند سنجنده‌هاي داراي توان تفكيك آلايندهاي مختلف و ارائه دستورالعمل واكنش مناسب توسط اين سيستمها 3-سيستم مديريت كپي‌رايت 4-ايجاد كمپاني‌هاي مجازي (بدون محل كار فيزيكي) با تجارت 100 بيليون ين در سال 5-بانكداري الكترونيكي پيشرفته | **12** |
| **g** | **ابزارها، سيستمها و اصول جديد در ارتباطهاي راه دور**New principles for information and telecommunicationsاين دسته از علوم و فناوريها به دنبال كشف ابزارها و پديده‌هاي جديد در زمينه ارتباطات (شامل ارتباطهاي بين‌سياره‌اي، ارتباطهاي زيردريايي و ...) در زندگي بشري مي‌باشند | **6** |
| **h** | **شبكه‌ همه‌جانبه (موجود در همه جا**) Ubiquitous networkingمثال: يك سيستم ارتباطي بي‌سيم بين ترمينالهاي اطلاعاتي (با توانايي دسترسي بدون سيم به اينترنت)  | **8** |
| **i** | **فناوري نرم‌افزاري براي شبكه‌هاي با مقياس بزرگ**Software technology for large-scale networksفناوريهاي مرتبط با نرم‌افزارهاي جديدي كه بتواند اطلاعات پيچيده و حجيم را به صورت ايمن، استفاده، پردازش و منتقل كند. | **7** |

**مأخذ: نيستپ، d2005**

- نحوه تنظيم موضوعات، سازمان كاري، سؤالهاي دلفي و اجراي برنامه آينده‌نگاري ژاپن

مؤسسه ملي سياستگذاري علم و فناوريمسئول اصلي انجام برنامه آينده‌نگاري است. اين مؤسسه در راستاي انجام مأموريت خود يك سازمان كاري شامل يك كميته راهبري، 13 زيركميته‌ تخصصي فناوري، يك زيركميته نيازهاي اقتصادي- اجتماعي و يك زيركميته تحليل سناريو تشكيل داده است كه هر يك از آنها مأموريت خاصي در فرآيند آينده‌نگاري دارند : كميته نيازها پس از تحقيق در نيازهاي آينده، حاصل كار خود را پس از اولويت‌بندي به كميته‌هاي تخصصي فناوري ارجاع مي‌دهند. كميته‌هاي تخصصي با در نظر گرفتن نيازها، فناوريها را تنظيم و معرفي مي‌كنند (شكل 1). فناوريهاي معرفي شده توسط پرسشنامه‌هاي دلفي كه حاوي سؤالهاي زير مي‌باشند، به بوتة آزمايش گذاشته مي‌شوند. سؤالهاي دلفي در سطوح مختلف حوزه، دسته فناوري، فناوري خاص مي‌باشد:

**1. سؤالهاي در سطح حوزه**

    1-1. در10-5 سال آينده، كدام حوزه با حوزه تخصصي شما در تعامل خواهد بود.

    1-2. در 2025- 2016 كدام حوزه‌ها نياز بيشتري به تعامل با ديگر حوزه‌ها دارد.

**2. سؤالهايدر سطح دسته فناوريها**

سؤالهاي مربوط به اين قسمت نسبت به سطح حوزه اندكي تخصصي‌تر شده و عبارت است از :

   2-1. اثرهاي معنوي هر دسته فناوري

           2-1-1. امكان و ظرفيتي را كه يك دسته فناوري مي‌تواند در توليد فناوري و دانش جديد داشته باشد.

           2-1-2. اثرهاي بالقوه يك دسته فناوري در ساير حوزه‌ها (مثل ايجاد حوزه‌هاي فناوري جديد، سرعت دادن به توسعه حوزه‌ها)

2-2. اثرهاي اقتصادي هر دسته فناوري

          2-2-1. ظرفيت يك دسته فناوري در تسريع رشد صنايع موجود، يا افزايش رقابت پذيري آنها

          2-2-2. ظرفيت ايجاد فرصتهاي جديد و انتقال آنها به صنايع جديد

2-3. اثرهاي اجتماعي هر دسته فناوري

**3. سؤالهاي در سطح فناوري**

در سؤالهاي مربوط به اين قسمت، از كارشناسان مورد هدف دو دور دلفي خواسته شده بود تا پرسشهاي ذيل را براي هر فناوري تكميل كنند (البته هر كارشناس در فناوريهاي مربوط به تخصص خود، پاسخگو بود):

1- ميزان اهميت فناوري براي كشور ژاپن 2- زمان تحقق فناوري 3- كشورهاي پيشتاز در هر فناوري 4- لزوم و مقدار دخالت دولت براي تحقق فناوري 5- اقدامهاي دولت كه به تحقق مطلوب فناوري كمك مي‌كند 6- ميزان و سطح تخصص مورد نياز 7- پذيرش و به‌كارگيري فناوري توسط جامعه 8-لزوم دخالت دولت و اقدامهاي مؤثر توسط دولت جهت پذيرش فناوري

|  |
| --- |
| **شكل 1. سازمان كاري،نحوه تنظيم موضوعات و اجراي برنامه**  |

|  |
| --- |
| كميته نيازهاي اقتصادي- اجتماعي: استخراج نيازها |

|  |
| --- |
| 13 كميته تخصصي فناوري : آماده سازي موضوعات در هرحوزه |

|  |
| --- |
| اجراي دلفي  |

|  |
| --- |
| هدايت توسعه فناوري همراه با نيازهاي اقتصادي-اجتماعي |

|  |
| --- |
| **كميته راهبري**  |

|  |
| --- |
| **مؤسسه ملي آينده‌نگاري علم و فناوري**  |

|  |
| --- |
| كميته تحليل سناريو  |

**مأخذ: نيستپ، a2005 همراه با تعديلات**

**آينده‌نگاري علم و فناوري در چين**

كشور چين در سالهاي اخير براي تنظيم برنامه‌هاي پنج ساله علم و فناوري، هدايت فعاليتهاي تحقيق و توسعه، تعيين فناوريهاي مهم و حياتي، شناسايي نيازهاي اجتماعي و اقتصادي آينده، شناسايي كارشناسان خبره و در نهايت تعيين راهبرد توسعه فناوري در شروع قرن جديد، از رويكردهاي آينده‌نگاري بهره جسته و از سال 1992 تا 2005 مجموعاً چهار دوره آينده‌نگاري فناوري را با شدت و وسعت متفاوت اجرا نموده است (بخشي، 1386). آينده‌نگاري اول (95-1992) با هدف الويت‌بندي فناوريهاي حياتي در حوزه‌هاي اطلاعات، بيولوژي، صنايع و مواد جديد و آينده‌نگاري دوم (1999) در زمينه‌هاي كشاورزي، اطلاعات و صنايع انجام شده است. آينده‌نگاري سوم و چهارم (05-2003) در 6 حوزه: **1- فناوري اطلاعات و ارتباطات** **2- علوم حياتي و فناوري زيستي** 3**- فناوري مواد جديد** **4-انرژي** **5- منابع و محيط زيست** و **6- صنايع پيشرفته** كه در مجموع با مطالعه 483 فناوري انجام شده است (چنگ، 2005). در اين ميان، حوزه فناوري اطلاعات و ارتباطات شامل زيربخشهاي رايانه، امنيت اطلاعات و شبكه‌، ارتباطات، نرم افزار، مدارهاي مجتمع (آي‌سي)، و روشهاي سمعي و بصري است. در مجموع، 75 تا 80 فناوري در اين حوزه مورد مطالعه قرار گرفته است (جدول1).

**جدول 1. دلفي آينده‌نگاري اخير در حوزه فناوري اطلاعات و ارتباطات**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **حوزه** | **تعداد فناوري مورد بررسي** | **تعداد پرسشنامه** |
| دور اول | دور دوم | دور اول | دور دوم |
| اطلاعات‌و ارتباطات | 80 | 75 | 600 | 350 |

**مأخذ: يانگ، 2005**

براي انجام آينده‌نگاري، ابتدا با همكاري كميته نيازها و 6 كميته تخصصي فناوريها هر حوزه معرفي مي‌شوند، سپس پرسشنامه دلفي تهيه و براي كارشناسان داراي تجربه و تخصص مورد نياز و همچنين نگرش راهبردي فرستاده مي‌شود. پرسشنامه دلفي در جديدترين آينده‌نگاري چين حاوي سؤالهاي ذيل است:

درجه تخصص[[7]](http://128.168.0.10/lib/modules/FCKEditor/pnincludes/editor/fckeditor.html?InstanceName=desc&Toolbar=Default" \l "_ftn7" \o ") يا مهارت 2- درجه اهميت براي چين 3-فاصله بين چين و كشورهاي پيشرو 4-سطح تحقيق و توسعه در چين 5-روش توسعه فناوري 6-حقوق مالكيت معنوي در 5 سال 7-اثر بر توسعه صنايع مدرن 8-اثر بر توسعه و نوسازي صنايع سنتي 9-اثر بر محيط زيست و منابع 10- چشم انداز تجاري سازي 11- اثر در توسعه رقابتهاي بين المللي 12-هزينه تجاري سازي 13-زمان تحقق و يا زمان موردنياز براي تجاري سازي 14-اثر بر بهبود شرايط زندگي 15- اقدامهاي مؤثري كه دولت مي‌تواند اتخاذ كند 16- امنيت ملي.

**نتايج و يافته‌هاي مطالعه**

**الف) ژاپن**

چنانچه از سؤالهاي دلفي نيز پيداست، ژاپني‌ها در فرايند آينده‌نگاري هشتم به دنبال تعيين فناوريهاي برتر از نظر اقتصادي، اجتماعي و افزايش دارايي‌هاي معنوي، تعيين زمان تحقق فناوري و الزامهاي مورد نياز براي تحقق و پذيرش فناوري توسط جامعه بودند. سؤالهاي دلفي در سه سطح حوزه (Field)‌، دسته فناوري (Area) و فناوري خاص (Topic ) مي‌باشد. سؤالهاي سطح حوزه بيشتر براي مقايسه هر حوزه (مثلاً حوزه ICT) با 12 حوزه ديگر، و سؤالها در سطح دسته فناوري و فناوري خاص براي بررسي و مقايسه فناوريها در درون يك حوزه طرح شده بود. در ذيل، به يافته‌هاي حاصل از تحليل سؤالهاي دلفي در سطح دسته فناوري و فناوري خاص در حوزه ICT پرداخته مي‌شود (نيستپ، b2005).

|  |
| --- |
| **الف) كمك به افزايش نشاط و كيفيت زندگي                          ب) كمك به سلامت و امنيت** |

**1. اثرهاي اجتماعي:** تعيين دسته فناوريهاي مهم از نظر اثرهاي اجتماعي بر جامعه ژاپن، يكي از هدفهاي جزئي ژاپني‌هاست. نتايج حاصل از تحليل اين شاخص نشان مي‌دهد: 1- فناوريهاي مرتبط با امنيت اطلاعات در حال حاضر و در ميان‌مدت و فناوري اطلاعات براي توسعه سيستمهاي اجتماعي 2- فناوريهاي مرتبط با شبكه‌هاي فراگير، در ميان‌مدت از نظر اثرهاي اجتماعي به ترتيب حايز اهميت بيشتري مي‌باشند (نمودار1).

|  |
| --- |
| **اثرهاي مورد انتظار در ميان‌مدت** **اثرهاي جاري**  |

|  |
| --- |
| **اثرهاي مورد انتظار در ميان‌مدت** **اثرهاي جاري**  |

**نمودار1 . اثرهاي اجتماعي دسته فناوريها و نمرة كسب شده (مقياس 10- 0)**

|  |
| --- |
| **الف) كمك به ايجاد صنايع جديد                              ب) كمك به توسعه صنايع موجود** |

**2. اثرهاي اقتصادي:**از نظر شاخص اثرهاي اقتصادي: 1- فناوريهاي مرتبط با پردازش اطلاعات در مقياس بسيار بالا 2- فناوريهاي مرتبط با امنيت اطلاعات در حال حاضر و در ميان مدت؛ و فناوريهاي مرتبط با شبكه‌هاي فراگير در ميان‌مدت حايز اهميت بيشتري مي‌باشند (نمودار2 ) (نيستپ، d2005).

|  |
| --- |
| **اثرهاي مورد انتظار در ميان‌مدت** **اثرهاي جاري**  |

|  |
| --- |
| **اثرهاي مورد انتظار در ميان‌مدت** **اثرهاي كنوني**  |

**نمودار2. اثرهاي اقتصادي دسته فناوريها و نمرة كسب شده ( مقياس 10- 0)**

**3- تحقق فناوريها:**زمان تحقق فناوري و فاصله زماني آن با پذيرش و به‌كارگيري فناوري در جامعه از جمله موارد مهمي است كه به آنها پرداخته شده است. نتايج مطالعه نشان مي‌دهد تا سال 2015 نزديك به دوسوم فناوريها محقق مي‌شوند؛ اما اين احتمال نيز وجود دارد كه پذيرش و به‌ كارگيري همين اندازه از فناوريها بعد از 2020 اتفاق بيفتد (نمودار3) . به‌طور متوسط، در حوزه ICT اختلاف زماني ميان تحقق فناوري و پذيرش و به‌ كارگيري آن در جامعه 1/7 سال مي‌باشد كه بيشترين فاصله زماني(8/8 سال) به دسته فناوري ابزارها و اصول جديد براي ارتباطهاي راه دور و كمترين مقدار (5/4 سال) به دسته فناوريهاي «پردازش اطلاعات در مقياس بسيار بالا» مربوط است (نمودار4) (نيستپ، d2005).

**نمودار3 . زمان پذيرش و تحقق فناوري**

|  |
| --- |
| **2005            2010              2015             2020             2025              2030              2035** |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| abcdefghiAverage  |   |              |   |   |   |

|  |
| --- |
| 8/6 سال |

|  |
| --- |
| 5/4  |

|  |
| --- |
| 7/7 سال |

|  |
| --- |
| 5/7 سال |

|  |
| --- |
| 8/7 سال |

|  |
| --- |
| 8/7 سال |

|  |
| --- |
| 3/5سال |

|  |
| --- |
| 8/8 سال |

|  |
| --- |
| 1/7 سال |

|  |
| --- |
| 2/7 سال |

 |

**نمودار4. فاصله زماني تحقق فناوري و پذيرش آن توسط جامعه**

**6. اهميت فناوري:**شاخص اهميت (Important Index) براي الويت‌بندي فناوري هم در سطح دسته فناوري و هم در سطح فناوري خاص، به كار گرفته شده است. نتايج نشان مي‌دهد: 1ـ در سطح دسته فناوري «فناوريهاي امنيت شبكه» با كسب نمره 2/75 (در مقياس 0 تا 100) داراي اهميت و اولويت اول مي‌باشد (نمودار5). 2- در سطح فناوري خاص، فناوري مرتبط به «ايجاد يك سيستم بسيار مطمئني كه بتواند از حريم شخصي و امنيت افراد و گروه‌ها در مقابل تجاوز و حملات هكرهاي بزه‌كار محافظت كند» با كسب نمره 93 (در مقياس 0 تا 100) مهم مي‌باشند. سال تحقق اين فناوري 2012 و پذيرش و به‌كارگيري در جامعه، 2016 مي‌باشد (جدول5 ).

**نمودار 5 . شاخص اهميت دسته فناوريها و نمره كسب شده (مقياس 100- 0)**

**جدول5. 10 فناوري مهم و الويت‌دار؛ و سال تحقق و پذيرش آنها**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **فناوري /موضوع** | **سال تحقق فناوري** | **پذيرش در جامعه** | **متعلق به دسته فناوري** |
| ايجاد يك سيستم بسيار مطمئن كه بتواند از حريم شخصي و امنيت افراد و گروه‌ها در مقابل تجاوز و حملات هكرهاي بزه‌كار محافظت كند | **2012** | **2016** | امنيت اطلاعات |
| فناوري كه بتواند در كنار سيستمهاي تشخيص زمين‌لرزه، در مواردي كه كانون زلزله در فاصله دور است، هشدارهاي لازم را به مردم ارائه كند | **2012** | **2020** | امنيت اطلاعات |
| فناوري تشخيص ويروسها و مزاحمها در شبكه اينترنت | **2009** | **2013** | امنيت اطلاعات |
| توانايي رديابي منشأ و منبع بسته‌هاي مشكوك اينترنتي | **2009** | **2013** | امنيت اطلاعات |
| پيش‌بيني بيماريها و بلاهاي در مقياس بزرگ از طريق فناوريهاي پيشرفته شبيه‌سازي و مدل‌سازي | **2015** | **2023** | محاسبات با بازده و كارايي بالا |
| نظريه طراحي قوانين محكم براي امنيت يك سيستم و حفاظت از حريم شخصي | **2012** | **2018** | امنيت اطلاعات |
| دسترسي به علم و فناوري كه به كمك آن تمام چارت يك بيمار رقومي شده و نزد خود بيمار نگهداري و در ميان تمام مؤسسه‌هاي پزشكي به اشتراك گذاشته مي‌شود. | **-** | **2016** | فناوري اطلاعات براي توسعه سيستم‌هاي اجتماعي |
| نيل به پزشكي از راه دور، به طوري كه يك پزشك بتواند اطلاعات و داده‌هاي طبي بيمار را از طريق اينترنت به دست آورد و در صورت مهيا بودن شرايط معالجه لازم را انجام دهد. | **-** | **2015** | فناوري اطلاعات براي توسعه سيستم‌هاي اجتماعي |
| ايجاد يك سيستم با قابليت رديابي جهاني كه بتواند اطلاعاتي مثل محل اصلي محصول، سلامت، آلودگي، نوع و مكان آلودگي را شناسايي كند | **2011** | **2019** | فناوري اطلاعات براي توسعه سيستم‌هاي اجتماعي |
| ظهور تجهيزاتي كه تقريباً تمام رسانه‌ها مثل راديوهاي ديجيتال، موبايل‌هاي پرسرعت، شبكه‌هاي بي‌سيم محلي را پشتيباني كند و باعث استفاده وسيع از خدمات بين رسانه‌اي شده و افراد بتوانند همزمان به چندين رسانه دسترسي و كنترل داشته و بهترين رسانه را از ميان آنها انتخاب كنند. | **2011** | **2015** | پردازش اطلاعات در مقياس بسيار |

**مأخذ: نيستپ، C2005**

**ب) چين**

چنانكه ذكر شد، تعيين فناوريهاي حياتي و كليدي، يكي از هدفهاي آينده‌نگاري چين مي‌باشد، لذا براي تعيين فناوريهاي اهم، شاخصهاي اهميت فناوري (I-index)، منافع اقتصادي فناوري (Eco-index)، اثر فناوري بر صنايع مدرن (H-index)، اثر فناوري بر صنايع سنتي (T-index)، اثر فناوري بر كيفيت زندگي(L-index) محاسبه شد. علاوه بر اين، شكاف تحقيق و توسعه تكنولوژيكي و روش تحقيق و توسعه تكنولوژيكي نيز بررسي گرديد و نتايج حاكي از آن است كه: (يانگ، 2005)

**1. شكاف تحقيق و توسعه تكنولوژيكي بين كشور چين و كشورهاي پيشرو جهان در حوزه اطلاعات:** از ميان 483 فناوري مورد بررسي در شش حوزه، چين در يك فناوري نسبت كشورهاي توسعه يافته پيشرو است كه آن فناوري به حوزه فناوري اطلاعات و ارتباطات تعلق دارد. بر اساس يافته‌هاي اين مطالعه، به طور متوسط كشور چين نسبت به كشورهاي پيشرو 5 سال عقب است. (جدول 6)

**جدول6. مقايسه موقعيت و توسعه تكنولوژيكي چين با كشورهاي پيشرو در حوزه فناوري اطلاعات‌و ارتباطات**

|  |  |
| --- | --- |
| **حوزه** | **تعداد فناوريهايي كه چين:** |
| **پيشرو است** | **هم سطح كشورهاي پيشرفته است** | **5 سال از كشورهاي پيشرفته عقب است** | **بين 6 تا 10 سال از كشورهاي پيشرفته عقب است** |
| **اطلاعات** | **1** | **5** | **66** | **3** |
| **كل فناوريها** | **1** | **20** | **423** | **39** |

**مأخذ: گروه مطالعات آينده‌نگاري تكنولوژي، 2005**

**2. روش تحقيق و توسعه تكنولوژيكي:** بر اساس نتايج اين مطالعه، كارشناسان معتقدند 63% كل فناوريها (483 فناوري) تحقيق و توسعه داخلي و 37% تحقيق و توسعه مشترك ( مشاركت برون‌مرزي)  بايد باشد. در حوزه فناوري اطلاعات نيز عقيده بر آن است كه در 41% از فناوريهاي تحقيق و توسعه داخلي و 59% تحقيق و توسعه مشترك انجام گيرد.

3. اهميت فناوري: چنانكه قبلاً ذكر شد، يكي از هدفهاي چيني‌ها و اولويت‌بندي فناوريهاي آينده بر اساس نظر كارشناساني بود كه نگرش اهبردي دارند، لذا شاخص «اهميت» يكي از شاخصهاي مورد توجه مي‌باشد. بر اساس اين شاخص، 100 فناوري برتر از ميان 483 فناوري مورد بررسي معين شد و نتايج نشان داد كه 26% از فناوريهاي برتر (از ميان 6 حوزه) به حوزه ICT تعلق دارد و در اين ميان فناوريهاي 1- امنيت اطلاعات        2- امنيت شبكه 3- طراحي سيستمهاي ابر رايانه‌ها 4- تحقيق در معماري و طراحي شبكه‌هاي نسل آينده؛ از رتبه اول تا چهارم و 1- فناوري چيني پردازش اطلاعات            2- سيستم عامل در محيط محاسباتي شبكه 3- توسعه و توليد آي‌سي‌هاي جديد و مردم‌پسند و 4- تحقيق و ساخت تراشه‌هاي CPU (64 بيت) چند منظوره با متوسط عملكرد بالا، به ترتيب از اولويت و اهميت هفتم تا دهم برخوردارند. (گروه مطالعات آينده‌نگاري تكنولوژي، 2005)

**4. فناوريهايي كه احتمال مي‌رود داراي بيشترين منافع و اثرگذاري اقتصادي باشند:** بر اساس شاخص اقتصادي: 1- فناوري نرم‌افزاري و شبكه‌اي انتقال خدمات جامع تجاري در مقياس يك شبكه شهري 2- فناوري دستيابي به باند پهن 3- فناوري نرم‌افزاري با هدف اطلاعاتي نمودن بنگاه‌هاي اقتصادي 4- فناوري تبديل رمز(كد) سيستم ديجيتال تلويزيون 5- سيستم عامل در محيط محاسباتي شبكه 6- فناوري امنيت اطلاعات 7- فناوري چيني پردازش اطلاعات8-ديسكهاي با چگالي عالي چند سطحي و چند طول موجي، از جمله فناوريهايي هستند كه از اولويت مزيت اقتصادي برخوردارند.

**5. فناوريهايي كه احتمال مي‌رود بيشترين اثرگذاري را بر صنايع مدرن داشته باشند:** بر اساس اين شاخص، فناوريهاي: 1- توسعه و توليد آي‌سي جديد و موردپسند 2- تحقيق و ساخت ريزپردازنده‌هاي دروني 3- فناوري استفاده مجدد از SIP و نرم‌افزار طراحي SoC 4- فناوريهاي نسل سومي با استاندارد‌هاي بالا و فناوري دسترسي چند گانه از طريق تقسيم همزمان كد و زمان 5- پژوهش در معماري و طراحي شبكه‌هاي نسل آينده (NGN) به ترتيب 5 فناوري و موضوع مهم از لحاظ اين شاخص مي‌باشند.

**6. فناوريهايي كه احتمال مي‌رود بيشترين اثرگذاري را بر صنايع سنتي داشته باشند:** از نظر شاخص اثرگذاري بر صنايع سنتي، فناوريهاي: 1- تحقيق و ساخت ريزپردازنده‌هاي دروني 2- توسعه و توليد آي‌سي جديد و موردپسند 3- فناوري نرم‌افزاري با هدف اطلاعاتي نمودن بنگاه‌هاي اقتصادي 4-فناوري استفاده مجدد از SIP و نرم‌افزار طراحي SoC   5- فناوري جديد نرم‌افزار دروني، به ترتيب پنج فناوري مهم از نظر شاخص فوق مي‌باشند.

**7- فناوريهايي كه بيشترين كاركرد در افزايش كيفيت زندگي مردم خواهند داشت:** از لحاظ اين شاخص: 1- فناوري چيني پردازش اطلاعات 2- فناوري دستيابي به باند پهن 3- آي‌سي 4- پژوهش در ترمينالهاي رايانه‌اي و تلويزيونهاي تعاملي ديجيتالي    5- فناوري جديد نرم‌افزاري براي پردازش در محيط موبايل به ترتيب مهمترين موارد مي‌باشند (گروه مطالعات آينده‌نگاري تكنولوژي، 2005).

**جدول7. مقايسه تطبيقي آينده‌نگاري چين و ژاپن با تأكيد بر حوزه ICT**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|   | **چين** | **ژاپن** |
| اولين آينده‌نگاري | 1992 | 1970 |
| تعداد آينده نگاري | 4 | 8 |
| بازه‌هاي زماني | نامشخص | 5 |
| روشها و ابزارهاي مورد استفاده | دلفي، پانل | دلفي، پانل، سناريونويسي، تحليل روند، كتابسنجي يا علم سنجي |
| هدفها (در آينده‌نگاري اخير) | تهيه ورودي برنامه‌هاي پنج‌ ساله علم و فناوري، هدايت فعاليتهاي تحقيق و توسعه، تعيين فناوريهاي حياتي | الويت‌بندي فناوريها و تهيه ورودي سومين برنامه 10 ساله (2015-2006) علم و فناوري |
| مدت زمان انجام پروژه | 21 ماه | تقريباً 2 سال |
| سازمان كاري در جديدترين آينده‌نگاري | 6 كميته تخصصي + كميته نيازها | 13 كميته تخصصي + كميته نيازها + كميته تحليل سناريو |
| تركيب پاسخگويان | مؤسسات تحقيق و توسعه؛ دانشگاه‌ها؛ مؤسسات اقتصادي؛ مراكز كارآفريني و ادارات دولتي | تركيبي تقريباً برابر از دانشگاه‌ها، صنايع و دولت |
| افق زماني مطالعه در جديدترين آينده‌‌نگاري | 2020 - 2006 | 2035-2006 |
| تعداد كارشناسان مورد استفاده در ... | آينده‌نگاري : بيش از 3000 نفر | پاسخگويان دلفي :2300 نفر |
| تعداد كل فناوريهاي مورد بررسي | 483 | 858 |
| تعداد فناوري مورد بررسي در حوزه ICT | 75 | 75 |
| فناوريهاي برتر در حوزه ICT | امنيت اطلاعات، فناوري شبكه، آي‌سي‌هاي جديد | امنيت اطلاعات |

**نتيجه‌گيري و پيشنهادها**

تحليل آينده‌نگاري ژاپن و چين (بخصوص تأمل بر سؤالهاي دلفي و نتايج آن و سازمان‌كاري) گوياي آن است كه اين دو كشور جلوتر از زمان، ابعاد نهفته در مدل توسعه اطلاعاتي را مطالعه و شناسايي نموده و از اكنون براي آن برنامه‌ريزي مي‌كنند (ساختن آينده). اين مقاله كه تنها بخش كوچكي از آينده‌نگاري ژاپن و چين را در حوزه فناوري اطلاعات و ارتباطات مورد تحليل و كنكاش قرار داده است، به خاطر توجه جزيره‌اي (پرداختن به يك حوزه از 13 حوزه) و توجه نكردن به نتايج حاصل از تحليل يكپارچه و جامع حوزه‌ها، حق مطلب را چنانكه بايد ادا نمي‌كند، با اين حال در زمينه استفاده از تجارب ديگران، گامي به جلوست. مقايسه تطبيقي آينده‌نگاري دو كشور نشان مي‌دهد: در ژاپن فناوريهاي مرتبط با «امنيت اطلاعات» فناوريهاي برتر آينده شناخته شده‌اند و در چين «فناوري شبكه»، «آي‌سي‌هاي جديد»، «امنيت اطلاعات»، «فناوري يكپارچه سيستم SoC و آي‌سي»، «فناوريهاي شبكه‌هاي نسل آينده» و «فناوري چيني پردازش اطلاعات» فناوريهاي اهم مي‌باشند.

در نگاه به وضعيت كشورمان، مشخص مي‌شود اسناد بلندمدت (سند چشم‌انداز 1404) بر تبديل شدن به جامعه دانش‌بنيان و يادگيرنده در آينده تأكيد دارند كه جامعه اطلاعاتي به عنوان بستر و زيرساخت آن و ارتباطات و فناوري اطلاعات، ابزار تحقق آن بوده و اسناد ميان مدت (مواد مختلفي از قانون برنامه چهارم توسعه: مانند ماده 44) بر به كارگيري فناوري اطلاعات تأكيد دارد. اما تجربه جاري كشور نشان مي‌دهد براي كاربرد فناوري اطلاعات با چالشهاي جدي مانند نبود قانون جامع، ضعف فرهنگ استفاده، ضعف زيرساخت، و ضعف ابزاري مانند امضاي الكترونيكي و ... وجود دارد كه ناشي از عدم آينده‌نگري خوب در گذشته است، زيرا حال مولود گذشته و زاينده آينده مي‌باشد. با اين اوصاف، پيشنهاد ما توجه و گرته‌برداري صرف از فناوريهاي پيش‌بيني شده نيست (هرچند فناوريهاي پيش‌بيني شده به خاطر پيشرو بودن اين كشورها در صنعت فناوري اطلاعات مفيد است) بلكه بر ترويج برنامه‌ريزي با رويكرد آينده‌نگاري و بومي‌سازي آن و همچنين پايش روندهاي جهاني فناوري اطلاعات توجه دارد. براي بيان اهميت موضوع، بايد به نتايج و يافته‌هاي اين مطالعات نيز پرداخته شود، لذا پيشنهاد مي‌شود:

1. با بهره‌گيري از تجارب كشورها، يك شبكه آينده‌نگاري بومي (شامل كميته راهبري و كميته‌هاي تخصصي) در راستاي دستيابي به هدفهاي 20 ساله كشور تشكيل شود.

2. با توجه به اينكه فناري اطلاعات از جمله پيشرانهاي مهم و موتور محركه آينده و مؤثر در تحقق چشم‌انداز 20 ساله ملي است، يك كارگروه آينده‌نگاري فناوري اطلاعات با هدف مطالعه نيازهاي آينده اقتصادي-اجتماعي مرتبط با اين نوع فناوريها، الزامهاي تحقق آنها (مسائل حقوق و قانوني) و پايش روندهاي جهاني تشكيل شود و به صورت مداوم فناوريهاي آينده را رصد و اولويت‌بندي كرده و سرمايه‌گذاريهاي لازم را متناسب با نتايج رصد تنظيم كنند.

3. با توجه به اهميت و اولويت فناوريهاي «امنيت شبكه» و «امنيت اطلاعات» در نتايج آينده‌نگاري كشورهاي پيشرو مانند چين و ژاپن از يك طرف و چالشهاي جاري كشور در اين زمينه، اهتمام جدي و برنامه عملياتي توسط مسئولان در راستاي تأمين امنيت، بسيار ضروري مي‌باشد.

**منابع**

ـ بخشي، م (1386). «آينده‌نگاري فناوري در كشور چين»، ماهنامه تدبير؛ شماره 182، ص 48-44 .

ـ حسيني، م و همكاران (1385). «ارائه مدل توسعه اطلاعاتي براي دستيابي به جامعه دانش‌بنيان» همايش آينده پژوهي، فناوري و چشم‌انداز؛ تهران: دانشگاه صنعتي اميركبير

ـ هراتي زاده سامان. (بي‌تا)، پيشنهاد براي حل مشكل شهري از طريق فناوري اطلاعات و راتباطات، دفتر همكاري فناوري رياست جمهوري.

- Cheng , J. ( 2005) , A Brief Introduction of National Technology Foresight in China, National Research Center for Science and Technology for Development, P. R. China.

- Johnston, R . ( 2005) , Technology Planning in Major Asian Countries: An Analysis of Recent Foresight Reports from China and India & Comparison with Japan and Korea, ACIIC .

- NISTEP ( 2005), Comprehensive Analysis of Sience and Technology Benchmarkin and foresight, Ministry of Education, Culture, Sports, Sience and Technology. [http://www.nistep.go.jp/ index-e.html](http://www.nistep.go.jp/%20index-e.html) .

- NISTEP ( 2005) , On publication of the Delphi analysis, section 1: Introduction, Ministry of Education, Culture, Sports, Sience and Technology. <http://www.nistep.go.jp/index-e.html>

- NISTEP ( 2005), On publication of the Delphi analysis, section 2: General findings, Ministry of Education, Culture, Sports, Sience and Technology. <http://www.nistep.go.jp/index-e.html> .

- NISTEP ( 2005), On publication of the Delphi analysis, section 3.1: particullar findings (Information and Communication field) , Ministry of Education, Culture, Sports, Sience and Technology, <http://www.nistep.go.jp/index-e.html> .

- Research Group of Technology Foresight, ( 2005) China’s Report of Technology Foresight.

- Yang, Q. and "et al" ( 2005), Technology Foresight and Critical Technology Selection in China, National Research Center for Science and Technology for Development (Ministry of Science and Technology, P. R. China)

1. كارشناس تكنولوژي در مؤسسه پژوهشهاي برنامه‌ريزي و اقتصادكشاورزي.Mrbakhshi392@Yahoo.com

2. Foresight

1. Information and Comunication Technology.

1. اين مؤسسه كه به اسم نيستپ (NISTEP) شناخته مي شود، از مطالعه پنجم ، متولي انجام آينده نگاري فراگير ژاپن است.

2. تعريف اصطلاحات به كار گرفته شده در گزارش ژاپن : هر حوزه (Field) از چندين دسته فناوري (Area) و هر دسته فناوري از چندين موضوع و يا فناوري خاص (Topic) تشكيل مي‌شود. فناوري خاص، به فناوري معيّن اشاره داشته و يا در زمينه‌هاي اجتماعي به عاملي اطلاق مي‌شود كه توسعه فناوري را متأثر نموده و يا از آن تأثير مي‌پذيرد. حوزه به بخشهاي عامي‌ مثل فناوري اطلاعات و ارتباطات اطلاق مي‌شود. از نظر سلسله مراتبي دستة فناوري، بين حوزه و فناوري قرار دارد و در بردارندة چند فناوري است.

1. در دلفي آينده‌نگاري هشتم حداقل از 2300 كارشناس، مهندس و محقق بهره گرفته شده‌ است.

1. Degree of expertise.