



استراتژی توسعه فناوری در حوزه بالادستی نفت و گاز عربستان

مجتبی کریمی، پژوهشگاه صنعت نفت

چکیده

امروزه دستیابی به اهداف بلند توسعه و پیشرفت، بدون داشتن استراتژی و برنامه‌های مدون و قابل اجرا امکان‌پذیر نیست. استراتژی توسعه فناوری و شفاف کردن اولویت‌های تکنولوژیک، یکی از این برنامه‌ها در زمینه توسعه فناوری است که حتی در کشورهای در حال توسعه و آنهایی که تا چندی پیش از داشتن حداقل‌های توسعه محروم بودند، در حال اجرا شدن است. عربستان اکنون یکی از مهمترین کشورهای تولیدکننده و صادرکننده نفت است. با این حال، در صدد آن است که خود را دست کم در لبه فناوری و دانش فنی در حوزه بالادستی نفت در خاورمیانه قرار دهد. این کشور پس از تدوین استراتژی توسعه فناوری در بخش‌های مختلف بالادستی و پایین‌دستی، اسناد و مدارک آن را به نحوی وسیع در محیط مجازی منتشر کرده است. در این مقاله، استراتژی و اولویت‌های فناوری و حوزه‌های هدف فناوری در این کشور در حال توسعه، مورد بررسی قرار گرفته است.

واژگان کلیدی | استراتژی، اولویت‌های فناوری، حوزه هدف، عربستان

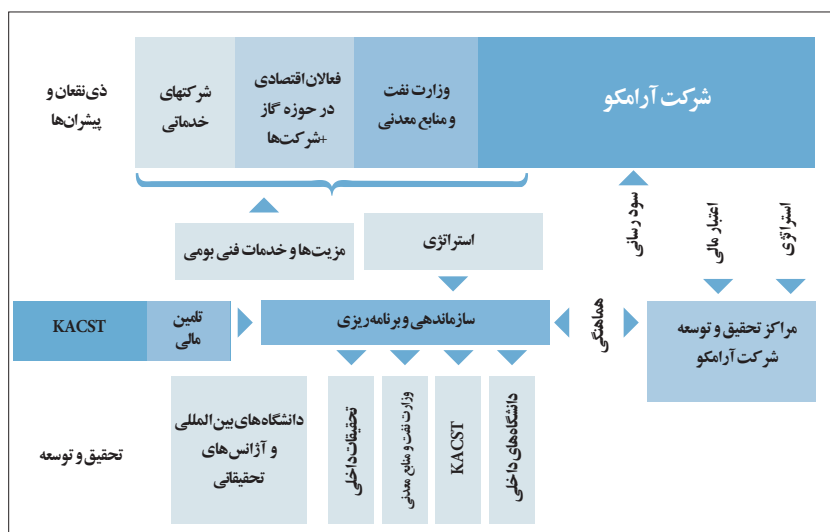
مقدمه

خواهد بود. مطالعه این کشور از منظر فناوری رقبا کمک کند. می‌تواند به اصلاح نوع نگرش ما به همسایگان و توسعه برنامه استراتژیک عربستان در حوزه‌ی

تدوین استراتژی توسعه فناوری اگرچه در دهه‌ی گذشته بیشتر در کشورهای توسعه یافته نظیر نروژ مطرح بود، اما اکنون در اکثر کشورهای دارنده نفت به‌عنوان یکی از لوازم پیشرفت و توسعه فناوری محسوب می‌شود.

تعیین اولویت‌های فناوری، تبیین نقاط قوت و ضعف و تدوین برنامه‌های تحقیق و توسعه با استفاده از نظر خبرگان و نخبگان دانشگاهی و صنعت، حتی در کشورهای در حال توسعه انجام گرفته و یا در حال انجام است. در این مقاله قصد داریم برنامه‌های کشور عربستان (یکی از مهمترین کشورهای در حال توسعه) را مورد بررسی قرار دهیم.

چرایی انتخاب عربستان برای این مطالعه از آن جهت بود که این کشور رقیبی مهم برای ایران در بخش تولید و صادرات نفت بوده و



روابط بین ذینفعان نفت و گاز در عربستان | ۱



* نویسنده عهده‌دار مکاتبات (karimimoj@ripi.ir)

فناوری، در ادامه‌ی یک طرح و برنامه کلان ملی در حوزه‌ی علم و فناوری آن کشور آغاز شده است. شهر یا مرکز علم و فناوری کینگ عبدالعزیز^۱ مدیریت این طرح ملی را برعهده داشت و حوزه‌های فناوری بسیاری را تحت پوشش خود قرار داد. به طور مشخص، این طرح، روی ۱۱ فناوری پیشرفته و استراتژیک اولویت‌دار تمرکز کرد. در این بین، صنعت نفت و گاز، دومین اولویت فناوری را در این مطالعه ملی به دلیل اهمیت آن برای آینده اقتصاد عربستان به خود اختصاص داده است.

مجموعه‌ای از نخبگان مشکل از نخبگان دانشگاهی و متخصصان صنعت با مشاوره تیمی قوی از چند کشور از جمله نروژ به تدوین برنامه‌های توسعه فناوری در این کشور پرداخته‌اند. در برنامه‌های منتشر شده از این کشور، چشم‌انداز، ماموریت‌ها، ارزش‌ها و حوزه‌های هدف فناوری نفت و گاز عربستان، تحلیل SWOT-قوت-ضعف و تهدید-فرصت (حوزه بالادستی عربستان ارائه شده است. این تحلیل، داده‌های ورودی خود را از سراسر صنعت نفت و گاز و دانشگاه‌های این کشور جمع آوری کرده است.

۱- ذینفعان برنامه استراتژیک فناوری‌های بالادستی

در عربستان، ذینفعان بسیاری در توسعه برنامه استراتژیک فناوری‌های بالادستی درگیر شدند. مهم‌ترین آنها عبارت بودند از: شرکت نفت آرامکو عربستان، وزارت نفت و منابع معدنی، حوزه‌های درگیر با گاز و شرکت‌های خدماتی حوزه‌ی بالادستی نفت و گاز. فرایند برنامه‌ریزی فرصتی را جهت انتشار و تسهیم ایده‌ها بین این ذینفعان فراهم آورد. شکل-۱ ذینفعان و نوع ارتباط آن‌ها را نشان داده است.

۲- آنالیز SWOT توسعه فناوری در حوزه بالادستی نفت و گاز عربستان (۱۳۹۲، ۱)

در جدول-۱، نقاط قوت-ضعف و فرصت-تهدید حوزه بالادستی در این کشور با تمرکز بر مقوله‌ی فناوری و توسعه آن ارائه شده است. عربستان با در نظر گرفتن این تحلیل، به مطالعه‌ی

۱ | نقاط قوت- ضعف و فرصت- تهدید حوزه بالادستی عربستان

نقاط قوت (S)	نقاط ضعف (W)
۱- ابزار مدلسازی خوب و توانمندی‌های رایانه‌ای	۱- میزان سولفور بیشتر
۲- بهره‌وری نفت در مقایسه با دیگران	۲- تولید آب
۳- تعداد چاهها و اطلاعات ممکن	۳- جمع آوری کند اطلاعات شامل آزمایش و لرزه‌نگاری در خشکی
۴- تاریخچه اکتشاف و تولید طولانی	۴- عملیات لرزه‌نگاری نزدیک سطح و چندگانه‌های لرزه‌ای
۵- ساختمان ساده و کم انحراف در عمق	۵- توصیف مخزن و پایش
۶- نفت در آب‌های کم عمق و عدم نیاز به حفاری عمیق	۶- دسترسی و به اشتراک گذاری داده‌ها
۷- مخازن با تخلل بالا (بصورت کلی)	۷- اکتشاف و تولید از لایه‌های زیر سازنده‌های نمکی
۸- میداین نفتی بزرگ بصورت کلی	۸- هزینه و کارایی حفاری
۹- تولید نفت	۹- تکنولوژی زیست محیطی و عدم تخلیه آلاینده‌ها هنگام تولید از دریای سرخ
۱۰- میزان داده‌های اکتشاف و لرزه‌نگاری نفت	۱۰- شناسایی، تهیه نقشه و شناخت سنگ‌های منشأ و سیستم‌های نفتی در منطقه شامل دریای سرخ
۱۱- دسترسی به مدرن‌ترین نرم‌افزارها و راهکارها	۱۱- تهیه نقشه و عمق پی‌سنگ
۱۲- بودجه‌های قابل استفاده	۱۲- ناهمگنی سازنده عنبره
	۱۳- اکتشاف دریای سرخ و ربیع الخالی
	۱۴- اکتشاف و تولید گازی
	۱۵- تهیه نقشه سرسازند مخازن بزرگ
	۱۶- تشخیص و تهیه نقشه شکاف‌ها در مخازن کربناته
	۱۷- اندازه‌گیری مقاومت درون چاهی در اعماق زیاد
	۱۸- توصیف ترشوندگی درجا
	۱۹- مشکل تجمع میعانات در چاه‌های گازی
	۲۰- دور ریز آب‌های نفتی (گشسته به نفت)
	۲۱- مدیریت دور ریز بالادستی
	۲۲- جداسازی آب در پایین چاه در لطفه
	۲۳- مدل‌سازی شبکه تخلل
	۲۴- سیستم‌های پایش چاه
فرصت‌ها (O)	تهدیدها (T)
۱- در دسترس بودن سرمایه برای پژوهش و تحقیق	۱- انحصار و اختفا، تکنولوژی
۲- تعداد زیاد چاهها و اطلاعات وابسته به آنها	۲- قوانین و سیاست‌زیست محیطی بین الملل
۳- پوشش خوب داده‌های اکتشافی	۳- کمبود متخصصان در برخی از تکنولوژی‌ها
۴- قوانین زیست‌محیطی ضعیف	۴- نقصان تداوم منابع سرمایه‌گذاری برای فعالیت‌های پژوهش و توسعه
۵- وجود حجم وسیعی از داده‌ها و مثال‌ها	
۶- ابزارهای مدلسازی خوب و توانمندی‌های رایانه‌ای	
۷- دسترسی آسان به اطلاعات بسیار خوب رخنمون‌های زمین‌شناسی	
۸- ذخایر هیدروکربوری قابل توجه	
۹- هماهنگی بین نهادهای متنوع داخلی	
۱۰- مشارکت با نهادهای تحقیقاتی بین المللی	
۱۱- یک طرح برای سازمان‌دهی امور	
۱۲- توانمندی تحقیقاتی دانشگاه	
۱۳- امکانات و تحقیقات شرکت سعودی آرامکو	
۱۴- حمایت وزارت	
۱۵- مشارکت با شرکت‌های خدماتی	

۲ | چالش‌های فنی پیش‌روی صنعت نفت عربستان

وجود در صمد سولفور بالا در نفت	حفاری در آب‌های عمیق و سازنده‌های فرسوده و پیچیده	اندازه‌گیری مقاومت ویژه از درون چاه ^۱
نسبت بالای آب به نفت ^۲	تکنولوژی‌های سازگار با محیط زیست	مشکلات جمع‌کند آنسده در مخازن گازی
توصیف و پایش خصوصیات مخزن ^۳	عمق و نقشه‌برداری زیر زمینی	پاکسازی آب‌های نفتی (آلوده به نفت) ^۴
تسهیم داده و دسترسی آرا	ناهمگنی سازنده عنبره ^۵	مدیریت ضایعات بالادستی ^۶
اکتشاف و تولید در لایه‌های نمکی	از دید برداشت	جداسازی آب به صورت آنلاین و درون زمین
نقشه‌برداری و نگاشت از بالای مخازن بزرگ	خصوصیات ترشوندگی در محل	سیستم‌های پایش چاه
آشکار سازی و نقشه‌کشی شکاف‌ها در مخازن کربناته	اکتشاف در مناطق مرزی نظیر دریای سرخ و صحرای ربیع الخالی ^۷	تولید شن از سازنده‌های غیر یکپارچه و ناپیوسته ^۸
هویت‌سازی، نقشه‌کشی و شناخت سنگ‌های منشأ و سیستم نفتی در مناطق خاصی از دریای سرخ	مدل‌سازی شبکه خلل و فرج و تحلیل چاه‌آزمایی در لایه‌های با نفوذپذیری بالا	برداشت لرزه‌نگاری در مناطقی که شن‌زار بوده و لایه‌های اولیه سطح پیچیده و چندلایه‌ای هستند

روند کند در جمع آوری اطلاعات شامل اطلاعات زمین‌شناسی و برداشت لرزه‌نگاری بر روی سطح



حوزه‌های فناوری خود پرداخته و اولویت‌های استراتژیک خود را تدوین نموده است.

استراتژیک و چالش‌هاست. روی هم رفته این مولفه‌ها نشان‌دهنده و رهبری‌کننده برنامه تحقیق و توسعه نفت و گاز عربستان خواهد بود.

۳- مولفه‌های برنامه استراتژیک توسعه فناوری‌های بالادستی عربستان

استراتژی فناوری عربستان، دربردارنده چشم‌انداز، مأموریت، ارزش‌ها و اهداف

۱-۳ چشم‌انداز

کسب شایستگی فنی - تکنولوژیکی جهت کشف و تولید هر قطره از منابع نفت و گاز طبیعی

در منطقه عربستان
۲-۳ مأموریت

خلق و ایجاد فضای تحقیق و توسعه کارآمد برای تکنولوژی‌های حوزه‌ی اکتشاف و تولید از طریق:
■ تأسیس زیرساخت تحقیق و توسعه با

حوزه‌های هدف فناوری بالادستی عربستان

تکنولوژی	حوزه هدف تکنولوژی (TTA)
TTA1 یک بانک اطلاعاتی پیشرفته و یکپارچه با حداکثر ابزارهای تصویری و ارتباطی برای اطلاعات نفت و گاز	
تبدیل مویج و تکنولوژی بسته موج ^{۱۰} بانک‌های اطلاعاتی یکپارچه	TTA1 توسعه قابلیت‌های ذخیره، فشرده‌سازی و پایش
فرمت‌های HDF و CEP فرمت‌های جدید داده‌ها	TTA2 قابلیت‌های ارتقاء فرمت داده و تطابق آن در راستای نیازمندی
بسته‌های منسجم ^{۱۱} حفاری الکترونیکی ^{۱۲} مدل‌سازی و بهینه‌سازی نرخ نفوذ (ROP) یکپارچه‌سازی داده‌ها مصور سازی و ارائه سه‌بعدی واسط کاربر ^{۱۳}	TTA3 توسعه ابزارهای تحلیلی، تصویرسازی و یکپارچه‌سازی
تکنولوژی بانک اطلاعاتی دسترسی به اینترنت	TTA4 بهبود قابلیت دسترسی داده‌ای از طریق ارتباطات و ساختار بهتر
مقررات دسترسی آسان به اینترنت مقررات دسترسی	TTA5 پیشرفت در سیستم‌های دسترسی و تسهیم داده‌ها
TTA2 تکمیل اطلاعات زمین شناسی نفت	
بهبود تفسیر گرانی‌سنجی لرزه‌نگاری عمیق لرزه‌شناسی منطقه‌ای زمین لرزه مدل‌سازی حوضه رسوبی	TTA2-1 تهیه نقشه، مدل‌سازی و تشریح طبقات رسوبی
تشریح داده‌های لرزه‌نگاری لرزه‌نگاری حین حفاری حفاری با مدیریت فشار	TTA2-2 درک بهتر و تعیین ویژگی‌های سیستم‌های نفت شامل سنگ‌های منشا
نمودارگیری در محل مته لرزه‌نگاری حین حفاری بهبود اطلاعات چاه یکپارچه‌سازی داده‌ها به منظور مدل‌سازی یا وضوح بالا	TTA2-3 بهبود تشریح ساختمان‌های مهم و پیچیده شامل ساختمان عنبره
ناهمگونی آریموتی لرزه‌نگاری حین حفاری	TTA2-4 بهبود توصیف شکاف و گسل و جهت آن‌ها در سازنده‌های کربناته
تفسیر سنجش از راه دور	TTA2-5 تکمیل نقشه‌های زمین‌شناسی و یکپارچگی و انسجام آنها
TTA3 ازدیاد برداشت نفت (EOR)	
سیالات هوشمند پایولوت قابلیت تزریق آب/CO ₂ سیلاب‌زنی CO ₂ توصیف و تغییر ترشوندگی پروپانت‌های ^۴ هوشمند سیالات تحریک چاه بدون آسیب سازنده انرژی صوتی برای تولید نفت سنگین مواد شیمیایی اقتصادی	TTA3-1 بهبود سیستم‌های تزریق و تولید در مخازن کربناته

حوزه‌های هدف و تکنولوژی کلیدی عربستان (ادامه)

تکنولوژی	حوزه هدف تکنولوژی (TTA)
TTA3-1 تعیین روش‌های مناسب از دید برداشت برای مخازن موجود	
از دید برداشت با پایه‌گذاری از دید برداشت با پایه آب حرارتی میکروبی	TTA3-3 غربالگری میدین به منظور روش‌های مناسب از دید برداشت
روش‌های جداسازی درون چاهی مسدود سازی پلیمری شیمیایی و میکروبی سیالات هوشمند کنترل آب درون چاهی چاه‌های هوشمند	TTA3-4 کاهش نسبت آب ب نفت
TTA4 مدل‌سازی، پایش و مدیریت مخازن	
مدل‌سازی اختلاف محدود و المان محدود ^{۱۵} محاسبه پیشرفته و کامپیوترهای خوشه‌ای لینوکس ^{۱۶} شبیه‌سازی موازی مدل‌سازی در مقیاس منافذ هوش موازی ^{۱۷} شبیه‌سازی مکانیکی اطراف دهانه چاه مدل‌سازی جریان سیال مدل‌سازی حوضه رسوبی	TTA4-1 بهبود مدل‌سازی و شبیه‌سازی مخازن
لرزه‌نگاری چهار بعدی سنجش و عیب‌شناسی در عمق ردیاب‌ها	TTA4-2 بهبود پایش مخازن و استخراج نشانگرها
لرزه‌نگاری غیر فعال تکنولوژی بی‌سیم مفهوم در مقیاس نانو ^{۱۸} انتقال بی‌سیم ^{۱۹} روبات‌ها و حسگرهای ته‌چاهی فناوری نانو تحلیل‌گر سیال درون‌چاهی اندازه‌گیری‌کننده جریان چند فازی	TTA4-3 پیشرفت و تقویت پایش آنی و از راه دور تغییرات در مخازن بزرگ
یکپارچه‌سازی داده‌های لرزه‌نگاری چاه یکپارچه‌سازی لرزه‌نگاری درون‌چاهی لرزه‌نگاری حین حفاری مدلسازی یکپارچه تصویرسازی سه بعدی	TTA4-4 بهبود اطلاعات و یکپارچگی‌سازی نشانگرها برای شبیه‌سازی مخزن
ناهمگنی آریموتی ترکیب شبیه‌سازی مخزن و شبیه‌سازی شکاف‌های در مخازن کربناته ژئومکانیکی مخازن شکافدار	TTA4-5 شناسایی و تهیه نقشه گسل و شکاف‌های در مخازن کربناته

۳-۵- چالش‌های فنی پیش‌روی صنعت نفت عربستان

در جدول ۲- چالش‌های موجود در صنعت نفت عربستان که مانعی در مسیر تحقق اهداف و اولویت‌های تکنولوژیک به حساب می‌آید، نشان داده شده است.

۳-۶- حوزه‌های هدف تکنولوژی در صنایع بالادستی نفت و گاز عربستان

به‌طور کلی برنامه استراتژیک عربستان سعودی در ارتباط با صنایع بالادستی نفت و گاز، به شناسایی هشت فناوری کلیدی و هدف که بر تحقیق و توسعه در آینده تمرکز دارد، می‌پردازد. این فناوری‌های هدف پس از شناسایی خلأهای تکنولوژیکی در مناطق اولویت‌دار توسعه داده شدند. این هشت فناوری هدف و زیرحوزه فناوری هر بخش در جدول ۳- ارائه شده است.

نتیجه‌گیری

همان‌طور که در این مقاله اشاره شد، تدوین استراتژی توسعه فناوری در کشورهای در حال توسعه به‌شدت در حال پیگیری است. اگرچه بسته به شرایط کشورها، نوع برخورد با این مقوله و نحوه تبیین و تدوین متفاوت است.

مطالعه موردی عربستان، مبین آن است که مدیران ارشد صنعت نفت این کشور به این نکته مهم پی برده‌اند که چنانچه بخواهند جایگاه اول خود را در مقوله تولید و صادرات نفت حفظ کنند، جز تدوین و پیگیری برنامه‌های مدون و مشخص در بخش‌های مختلف از جمله بخش فناوری چاره دیگری ندارند. ■

افزایش نیروی انسانی با مدرک دکترا در حوزه‌ی اکتشاف و تولید به میزان ۱۰۰۰ درصد (یا ۱۰۰۰ نفر)

۳- از دیاد برداشت و افزایش ذخایر اثبات شده افزایش نفت درجا به ۹۰۰ میلیارد بشکه و دستیابی به نرخ از دیاد برداشت به میزان ۷۰ درصد تا سال ۲۰۲۵ (هدف مورد نظر آرامکو)

۴- کاهش هزینه‌های اکتشاف و تولید کاهش هزینه‌های تولید یک بشکه نفت در خشکی به میزان ۲۰ درصد و ۵۰ درصد در دریا

۵- افزایش و ارتقای بازدهی اکتشاف و عملیات حفاری نفت و گاز طبیعی کاهش زمان مورد نیاز برای اکتساب و برداشت داده‌های زمین‌شناسی و عملیات حفاری تا ۵۰ درصد

۶- کاهش خطرات زیست‌محیطی ناشی از عملیات حفاری

به صفر رساندن خطرات زیست‌محیطی از چاه‌های دریای سرخ و کمینه‌سازی خطرات عملیات حفاری خشکی و چاه‌های خلیج فارس

۷- تکمیل اطلاعات زمین‌شناسی مورد نیاز تحقیق و توسعه حوزه بالادستی نفت و گاز تکمیل‌سازی همه اطلاعات مفقود شده زمین‌شناسی

۸- ارتقا و بومی‌سازی خدمات فناوری نفت و گاز در دسترس کردن حداقل ۵۰ درصد از خدمات فناوری (نظیر نرم‌افزارهای بومی) مقیاس‌های اندازه‌گیری کار آبی و سود به شکلی ارتقا یافته که پروژه‌ها در رابطه با اینکه چگونه در اهداف استراتژیک مشارکت می‌یابند، به آسانی قابل ارزیابی باشند.

تخصص‌های کیفیت‌دار
تدوین اولیه سیاست‌های فناوری و تولید کنندگان و فعال‌سازی همکاری و تشریک مساعی (دانشگاه‌ها و صنعت)
بومی‌سازی و توسعه فناوری‌های حوزه اکتشاف و تولید نفت و گاز طبیعی جهت حل مشکلات، ارتقا کیفیت و کاهش هزینه‌ها

۳-۳- ارزش‌ها

انتشار باز اطلاعات و به اشتراک‌گذاری دانش
همکاری و تشریک مساعی: تبادل اطلاعات و ایده‌ها از راه همکاری مشترک
تواضع و توجه همیشگی به اصل ارتقا و پیشرفت
صدقت در تبادل درست و صحیح اطلاعات
وقف خود برای کار تا لحظه پایان کار
رقابت: از نوع سالم و ارتقادهنده‌ی روحیه کار، دلسوزی و اشتیاق

۳-۴- اهداف استراتژیک

اهداف استراتژیک، برای ترسیم و تدوین چشم‌انداز استراتژیک و مأموریت تا سال ۲۰۲۵، برنامه‌ریزی شدند. هر هدفی با شاخص اندازه‌گیری آن عبارت است از:
۱- ارتقا و افزایش دسترسی به داده، انتشار اطلاعات، تصویرسازی و قدرت دسترسی به تحقیق دسترسی آزاد به هر گونه اطلاعات مورد نیاز در حوزه‌های زمین‌شناسی، ژئوفیزیکی و اطلاعات نفت به صورت دیجیتال و با سرعت بالا
۲- ارتقای کیفیت، کمیت و آموزش منابع انسانی

پانویس‌ها

¹ KACST

² inter-well

³ water-oil ratio

⁴ Reservoir characterization

⁵ oily water disposal

^۶ عئیزه یکی از سازندهای معروف عربستان که به لحاظ شرایط مخزنی دارای پیچیدگی‌های خاص زمین‌شناسی است و لازم است جهت تولید بهینه از این سازند، شناخت دقیقتر تراوایی، تخلل، میزان نفت محبوس شده صورت گیرد.

⁷ waste management

⁸ Rubaiialkhali

⁹ unconsolidated

¹⁰ wavelet transform and wave packet technology

¹¹ coherency tubes

¹² E-drilling

¹³ user interface

^{۱۴} پروپانت ماده‌ای است با دانه‌های ریز که وظیفه‌اش جلوگیری از بسته شدن شکاف‌های ایجاد شده در مخزن است.

¹⁵ Finite difference and finite element modeling

¹⁶ Advanced computing and Linux clusters

¹⁷ Virtual intelligence

¹⁸ Nonoscope

¹⁹ Intellipipe