



کارخانه تولید هوش مصنوعی، مرکز پردازش با کارایی بالا

AI Factory, Tier IV Data Center, and High-Performance Computing



این مستند صرفاً به عنوان معرفی و تشریح با موضوع مذکور در منطقه آزاد شهر فرودگاهی امام خمینی(ره) بوده و سرمایه‌گذاران محترم می‌بایست در طرح خود، اطلاعات و ارقام پیشنهادی مندرج در این مستند را بررسی، بروزآوری، تدقیق و جرح و تعدیل نمایند.

This document is intended solely as an introductory and descriptive overview of the investment opportunity pertaining to the aforementioned subject within the Free Zone of Imam Khomeini Airport City. Esteemed investors are respectfully advised that, in formulating their respective investment proposals, they bear the sole responsibility to independently examine, update, verify, and, where deemed necessary, critically reassess and adjust the indicative information, data, and figures contained herein.

بخش اول: عنوان و مشخصات فرصت سرمایه گذاری

عناوین فارسی و انگلیسی طرح

عنوان فارسی کامل: «احداث، تجهیز و بهره‌برداری از کارخانه تولید هوش مصنوعی، مرکز پردازش با کارایی بالا (HPC) و منطقه ابری Tier IV در منطقه آزاد شهر فرودگاهی امام خمینی (ه)».

English Title: Development, Operation, and Management of an AI Factory, Tier IV Data Center, and High-Performance Computing (HPC) Cloud Region at Imam Khomeini Airport City Free Zone (IKAC)

کد شناسایی طرح:.....

نوع طرح:

نوع طرح از نظر ماهیت، یک طرح زیرساختی - فن‌آورانه از نوع نسل چهارم (Industry 4.0, 5.0) در زمره پروژه‌های کلان ملی (Mega-Projects) با طبقه‌بندی زیرساخت‌های حیاتی امنیت سایبری و اقتصاد دیجیتال قرار می‌گیرد.

مقیاس طرح (حجم سرمایه‌گذاری):

مقیاس طرح و حجم سرمایه‌گذاری برآورد شده، بر اساس برآوردهای مهندسی دقیق و نرخ روز تجهیزات جهانی و هزینه‌های ساخت داخلی، عددی در بازه ۳.۵ الی ۵ میلیارد دلار آمریکا (معادل ارزی روز) است که شامل تامین زمین، احداث سوله‌های فوق‌مقاوم، تاسیسات برق و خنک‌کننده، و حیاتی‌تر از همه، تامین کلاسترهای پردازشی هوش مصنوعی می‌باشد.

افق زمانی بهره‌برداری:

افق زمانی بهره‌برداری کامل از طرح، با در نظر گرفتن پیچیدگی‌های زنجیره تامین سخت‌افزارهای پیشرفته و فرآیندهای دیپلماتیک و حقوقی واردات، مدت ۴۸ الی ۶۰ ماه (چهار تا پنج سال) از تاریخ تخصیص زمین و تضمین‌های مالی در نظر گرفته شده است که فاز اول آن (به ظرفیت ۲۵ مگاوات) در ماه سی و ششم به بهره‌برداری تجاری خواهد رسید.

بخش دوم: تعریف و تشریح ماهیت طرح

این طرح به هیچ وجه یک انبار سرور یا یک مرکز نگهداری داده (Data Storage) به معنای سنتی آن در دهه گذشته نیست؛ بلکه ما در حال تعریف یک «پالایشگاه هوش» هستیم. همان‌طور که نفت خام در پالایشگاه‌های پتروشیمی به محصولات با ارزش افزوده بالا تبدیل می‌شود، در این کارخانه نیز «داده‌های خام» (شامل لاگ‌های ترانزیتی، داده‌های سنسورهای صنعتی، تصاویر ماهواره‌ای، و تراکنش‌های مالی) دریافت شده و از طریق الگوریتم‌های یادگیری عمیق (Deep Learning) و مدل‌های بزرگ‌زبانی (LLMs)، به «هوش قابل تجاری‌سازی» تبدیل می‌گردد. این مرکز داده بر اساس معماری Tier IV طراحی می‌شود، به این معنا که سیستم از پایه به گونه‌ای مهندسی شده است که هرگونه خطای فیزیکی، قطعی برق، نشتی آب، یا حمله سایبری به زیرساخت، حتی برای یک میلی‌ثانیه نیز باعث توقف پردازش‌ها نگردد. این مفهوم که با نام Fault Tolerant شناخته می‌شود، نیازمند آن است که تمام مسیرهای برق، خنک‌کننده و شبکه به صورت کاملاً مجزا (physically Separated) و با افزونگی $N+1$ طراحی شوند؛ یعنی برای هر سیستم حیاتی، دو سیستم مستقل و کامل وجود داشته باشد و یک سیستم اضافی نیز به عنوان پشتیبان پشتیبان (Backup of Backup) در نظر گرفته شود. این سایت در عمل به عنوان یک «منطقه ابری (Cloud Region)» مستقل عمل خواهد کرد که می‌تواند معادل دو یا سه منطقه در دسترس (Availability Zone) نیز به عنوان یک منطقه در مقیاس ملی باشد و به شرکت‌های بزرگ نفتی، بانکداری، و لجستیک این اطمینان را بدهد که حتی در صورت وقوع زلزله شدید در تهران یا قطع کامل فیبر نوری از یک مسیر، داده‌های آن‌ها و پردازش‌های هوش مصنوعی‌شان بدون کوچک‌ترین اختلالی به حیات خود ادامه خواهند داد.

بخش سوم: اهداف طرح در سه سطح کلان، میانی و خرد

اهداف کلان (استراتژیک):

در سطح کلان و استراتژیک، هدف غایی این طرح دستیابی به «حاکمیت داده (Data Sovereignty)» و «استقلال دیجیتال» برای ایران و کشورهای همسایه در بلوک شرق و منطقه است. در دنیای امروز، کشوری که زیرساخت پردازش هوش مصنوعی را در خارج از مرزهای خود می‌زبانی کند، عملاً امنیت ملی، اقتصادی و نظامی خود را به بیگانگان واگذار کرده است. هدف دیگر در این سطح، تبدیل شدن به هاب ترانزیت دیجیتال در کریدور شمال-جنوب و شرق-غرب است؛ همان‌طور که فرودگاه امام خمینی هاب جابجایی مسافر و کالا است، این مرکز داده باید هاب جابجایی و پردازش داده‌های کشورهای محصور در خشکی، روسیه، و آسیای میانه باشد.

اهداف میانی (عملیاتی):

در سطح میانی و عملیاتی، اهداف طرح بر روی تحول اکوسیستم منطقه آزاد شهر فرودگاهی امام خمینی متمرکز است. هدف این است که IKAC از یک منطقه صرفاً لجستیکی و انبارداری، به یک منطقه آزاد اقتصادی مبتنی بر دانش و اقتصاد دیجیتال ارتقا یابد. ایجاد درآمدهای ارزی پایدار از طریق صادرات خدمات ابری (Cloud Export) به کشورهای همسایه، جذب استارت‌آپ‌های بزرگ هوش مصنوعی برای استقرار در منطقه آزاد، و ایجاد یک اکوسیستم نوآوری در اطراف فرودگاه از دیگر اهداف میانی است.

اهداف خرد (تاکتیکی و فنی):

در سطح خرد، تاکتیکی و فنی، اهداف کاملاً کمی و مهندسی تعریف می‌شوند. دستیابی به شاخص اثربخشی مصرف انرژی (PUE) پایین‌تر از ۱.۳، تضمین پایداری شبکه (Uptime) معادل ۹۹.۹۹۵ درصد در سال، تامین پهنای باند داخلی با تاخیر (Latency) کمتر از یک میلی‌ثانیه بین رک‌ها برای آموزش مدل‌های هوش مصنوعی، و مدیریت حرارتی رک‌هایی با تراکم مصرف تا ۱۲۰ کیلووات از اهداف خرد و غیرقابل مذاکره فنی این طرح هستند.

بخش چهارم: ضرورت، مزایا و فرصت‌های ایجاد شده

ضرورت‌های راهبردی:

ضرورت حیاتی اجرای این طرح از آنجا ناشی می‌شود که صنایع سستی ایران در حال رسیدن به بن‌بهره‌وری هستند. صنعت نفت و گاز برای بقا در دهه آینده نیازمند هوش مصنوعی برای حفاری جهت‌دار، پیش‌بینی خرابی پمپ‌ها و بهینه‌سازی مصرف انرژی در پالایشگاه‌هاست. صنعت حمل‌ونقل و لجستیک که شریان اصلی IKAC است، بدون پردازش حجم عظیم داده‌های مسیریابی، گمرک هوشمند و مدیریت زنجیره تامین مبتنی بر AI، توان رقابت با بنادر و فرودگاه‌های منطقه را نخواهد داشت.

مزایای مستقیم:

مزایای مستقیم طرح شامل ایجاد هزاران شغل تخصصی و فوق تخصصی برای نخبگان کامپیوتر، برق و مکانیک است که مانع از مهاجرت آن‌ها خواهد شد. همچنین، درآمدزایی ارزی خالص از طریق ارائه خدمات IaaS و PaaS به شرکت‌های خارجی و فروش توکن‌های پردازشی (Compute Tokens) در بستر بلاکچین از دیگر مزایای مستقیم است.

مزایای غیرمستقیم:

مزایای غیرمستقیم و القایی طرح بسیار گسترده‌تر است؛ از جمله افزایش ضریب ایمنی فرودگاه امام خمینی از طریق پردازش بلادرنگ داده‌های راداری و هواشناسی، کاهش مصرف سوخت فسیلی در سطح ملی از طریق

بهینه‌سازی شبکه‌های توزیع توسط هوش مصنوعی، و جذب سرمایه‌گذاران خارجی که به دنبال یک «پناهگاه داده امن (Data Haven)» در منطقه‌ای با ثبات نسبی اما خارج از دسترس مستقیم تحریم‌های غربی هستند.

فرصت‌های ایجاد شده:

فرصت‌های ایجاد شده شامل امکان تعریف «گمرک هوشمند مبتنی بر بینایی ماشین» برای کل کشور، راه‌اندازی بورس کالای دیجیتال و رمزارزها با پشتوانه پردازش بومی، و تبدیل IKAC به قطب جذب شرکت‌های دانش‌بنیان چینی و روسی است که به دلیل تحریم‌های غرب، به دنبال بازارهای جایگزین برای فروش تجهیزات و خدمات ابری خود هستند.

بخش پنجم: نمونه‌های مشابه جهانی و درس‌های کلیدی برای IKAC

مجموعه Equinix در فرانکفورت آلمان:

اولین نمونه، مجموعه Equinix در فرانکفورت آلمان است که به عنوان بزرگترین نقطه تبادل اینترنت (DE-CIX) در جهان شناخته می‌شود. درس کلیدی این مدل برای IKAC این است که صرفاً ساخت سرور کافی نیست؛ IKAC باید با ایجاد یک نقطه تبادل اینترنت (IXP) اختصاصی و معاف از قوانین دستوری وزارت ارتباطات، ترافیک کشورهای اوراسیا را به خود جذب کند.

مرکز داده Digital Realty در سنگاپور

دومین نمونه، مرکز داده Digital Realty در سنگاپور است. سنگاپور از نظر اقلیمی بسیار گرم و مرطوب است و با محدودیت شدید زمین مواجه است. آن‌ها با استفاده از خنک‌کننده‌های مایع پیشرفته و معماری‌های عمودی، توانستند تراکم رک‌ها را به شدت افزایش دهند. درس کلیدی برای IKAC که در اقلیم گرم و خشک و پرگرد و غبار تهران قرار دارد، این است که استفاده از سیستم‌های خنک‌کننده تبخیری (Evaporative) که آب زیادی مصرف می‌کنند و فیلترهای هوا را با ریزگرد مسدود می‌کنند، ممنوع است و باید دقیقاً از مدل‌های مداربسته مایع (Closed-loop Liquid Cooling) و فیلتراسیون هپا (HEPA) با فشار مثبت استفاده شود.

پروژه نئوم (NEOM) و بخش هوش مصنوعی آن در عربستان سعودی

سومین نمونه، پروژه نئوم (NEOM) و بخش هوش مصنوعی آن در عربستان سعودی است. آن‌ها در حال ساخت یک مرکز داده چند میلیارد دلاری با تامین برق مستقیم از نیروگاه‌های خورشیدی و هسته‌ای هستند. درس کلیدی برای IKAC این است که با توجه به ناتوانی شبکه برق سراسری ایران در تامین پایدار ۱۴۰ مگاوات در پیک تابستان، این طرح باید مجوز احداث «نیروگاه مقیاس کوچک گازی/بخار (Captive Power Plant)» یا

استفاده از پیل‌های سوختی هیدروژنی را در مجاورت سایت به عنوان بخشی از بسته سرمایه‌گذاری دریافت کند تا استقلال انرژی خود را تضمین نماید.

بخش ششم: تحلیل چندلایه موقعیت مکانی طرح

لایه جغرافیایی و استراتژیک:

موقعیت مکانی انتخاب شده در منطقه آزاد شهر فرودگاهی امام خمینی (ره) از نظر استراتژیک بی‌نظیر است، اما نیازمند تحلیل چندلایه است. در لایه ژئوپلیتیک و امنیتی، این منطقه به دلیل ماهیت فرودگاهی و نظامی-امنیتی بودن حریم هوایی، دارای بالاترین سطح حفاظت فیزیکی در برابر تهدیدات سایبری-فیزیکی (مانند خرابکاری‌های پهبادی یا حملات الکترومغناطیسی EMP) است.

لایه زیرساختی و استراتژیکی

در لایه لجستیکی و زیرساختی، دسترسی به فیبر نوری سراسری در مجاورت فرودگاه برای اتصال به شبکه ملی اطلاعات و همچنین فیبرهای نوری بین‌المللی که از مرزهای غربی و شرقی کشور وارد می‌شوند، در کمترین فاصله ممکن (کمتر از ۵ کیلومتر) فراهم است. در لایه اقلیمی و محیط زیستی، اگرچه تهران با تنش آبی مواجه است، اما نزدیکی به تصفیه‌خانه‌های فاضلاب جنوب تهران و امکان انتقال پساب تصفیه‌شده (Treated Effluent) برای استفاده در برج‌های خنک‌کننده (در صورت نیاز به سیستم‌های هیبریدی)، یک مزیت رقابتی بزرگ است.

لایه حقوقی و منطقه آزاد

در لایه حقوقی و منطقه آزاد، استقرار در IKAC به معنای برخورداری از معافیت‌های مالیاتی ۲۰ ساله، معافیت از حقوق گمرکی برای واردات سرورها و تجهیزات شبکه (به شرط تایید کارگروه ویژه مناطق آزاد)، و امکان ثبت شرکت با مالکیت صد در صد خارجی و انتقال سود حاصله است که برای سرمایه‌گذاران بین‌المللی یک مشوق حیاتی محسوب می‌شود.

بخش هفتم: پیش‌نیازها و زیرساخت‌های لازم طرح

زیرساخت‌های قانونی و حکمرانی:

زیرساخت‌های این طرح فراتر از یک سوله صنعتی است و نیازمند یک اکوسیستم حکمرانی خاص است. از نظر زیرساخت قانونی و حکمرانی، بزرگترین پیش‌نیاز، تصویب «پیوست اقتصاد دیجیتال» در اساسنامه منطقه آزاد

IKAC است که بر اساس آن، داده‌ها نه به عنوان «کالا»، بلکه به عنوان «جریان سرمایه» شناخته شوند و از هر گونه بازرسی فیزیکی گمرکی و محدودیت‌های دستوری اینترنت (مانند فیلترینگ یا قطعی‌های برنامه‌ریزی شده) معاف گردند. همچنین نیاز به ایجاد یک «دادگاه ویژه حل اختلاف قراردادهای هوشمند و دیجیتال» در منطقه است.

زیرساخت‌های مالی و تأمین سرمایه:

از نظر زیرساخت مالی و تأمین سرمایه، با توجه به عدم امکان انتقال مستقیم میلیاردها دلار از طریق سیستم بانکی سوئیت، پیش‌نیاز حیاتی، ایجاد یک شرکت با هدف خاص (SPV) در یک حوزه قضایی بی‌طرف (مانند عمان، دبی یا اوراسیا) است تا سرمایه‌گذاران بتوانند از طریق ارزهای دیجیتال پایدار (Stablecoins) یا تهاتر کالا (مانند نفت یا محصولات پتروشیمی در برابر تجهیزات سرور) سرمایه را وارد طرح کنند.

زیرساخت‌های فیزیکی و عمرانی:

از نظر زیرساخت فیزیکی و زمین، همان‌طور که اشاره شد، ۱۵ الی ۲۰ هکتار زمین با کاربری تخصصی فن‌آوری اطلاعات، با قابلیت توسعه فازهای آینده و دارای حریم امنیتی چندلایه (شامل حصارهای فیزیکی، سنسورهای لرزه‌ای، و پهپادهای گشت‌زن) الزامی است.

نیروی انسانی و دانش تخصصی:

از نظر نیروی انسانی و دانش، پیش‌نیاز طرح، ایجاد یک «آکادمی هوش مصنوعی» در مجاورت سایت است تا سالانه صدها مهندس شبکه، متخصص امنیت سایبری و تکنسین تاسیسات خنک‌کننده مایع را آموزش دهد، زیرا بازار کار فعلی ایران فاقد نیروی متخصص در زمینه معماری InfiniBand و خنک‌کننده‌های Immersion است.

بخش هشتم: خدمات پیشنهادی قابل ارائه طرح

خدماتی که این کارخانه تولید هوش ارائه می‌دهد، طیف وسیعی از نیازهای بومی و منطقه‌ای را پوشش می‌دهد. اولین و اصلی‌ترین خدمت، «هوش به عنوان یک سرویس (AI-as-a-Service)» است؛ به این معنا که شرکت‌های بزرگ پتروشیمی، فولاد و خودروسازی کشور، به جای خرید سرورهای چند صد میلیارد تومانی، از طریق API به کلاسترهای هوش مصنوعی این مرکز متصل شده و مدل‌های پیش‌بینی خرابی، کنترل کیفیت بینایی ماشین و بهینه‌سازی مصرف انرژی خود را اجرا می‌کنند. خدمت دوم، «زیرساخت ابری حاکمیتی (Sovereign Cloud)» (IaaS/PaaS) برای بانک‌ها، بورس و سازمان‌های دولتی است که به دلیل الزامات قانونی، حق ندارند داده‌هایشان را در سرورهای ابری عمومی یا خارج از کشور نگهداری کنند. خدمت سوم، «پلتفرم پردازش ژنومیک و دارویی» است که می‌تواند زمان تحقیق و توسعه داروهای جدید در کشور را از چند سال به چند ماه کاهش دهد. خدمت

چهارم و بسیار استراتژیک برای IKAC، ارائه «خدمات گمرک هوشمند و بلاکچین ترانزیت» است؛ این مرکز داده می‌تواند به عنوان نود اصلی (Main Node) ثبت آنی کالا، محاسبه خودکار تعرفه‌ها، و ردیابی کانتینرها در کل کریدور شمال-جنوب عمل کند. خدمت پنجم، «میزبانی بلاکچین و استخراج رمزارزهای قانونی» است که با توجه به برق پایدار و خنک‌کننده‌های بهینه، می‌تواند در آمدزایی دلاری آنی برای طرح ایجاد کند.

بخش نهم: جزئیات دقیق فنی، عمرانی و منابع مورد نیاز

ساختار فضایی و کالبدی مجموعه:

در بخش عمرانی و سیویل، ساختمان‌ها نباید به شکل سنتی ساخته شوند. سالن‌های سرور (Data Halls) باید دارای سقف‌های بلند (حداقل ۶ متر از کف کاذب تا سقف) برای مدیریت جریان هوای گرم و سرد باشند. کف ساختمان باید از نوع کف کاذب فوق‌سنگین (Raised Floor) با تحمل بار حداقل ۱۵۰۰ کیلوگرم بر متر مربع باشد، زیرا رک‌های هوش مصنوعی به دلیل استفاده از مس و باتری‌های سنگین، وزنی معادل چندین برابر سرورهای معمولی دارند. سازه باید دارای ایزولاتورهای لرزه‌ای (Base Isolators) باشد تا در زلزله‌های بزرگ تهران، حتی یک هارد دیسک از جای خود تکان نخورد.

جزئیات فنی تاسیساتی:

در بخش تاسیسات مکانیکی و خنک‌کننده، با توجه به گرمای وحشتناک تولید شده توسط پردازنده‌های گرافیکی (GPU)، خنک‌کننده بادی کاملاً منسوخ است. ما از سیستم «خنک‌کننده مستقیم روی چیپ-Direct» (Direct-Chip Liquid Cooling) استفاده می‌کنیم که در آن آب مقطر یا مایعات دی‌الکتریک (مانند engineered fluids) مستقیماً روی سیلیکون چیپ‌ها جریان می‌یابد. گرمای استخراج شده از این مایعات نیز می‌تواند در زمستان برای گرمایش ساختمان‌های اداری مجاور یا گلخانه‌های هیدروپونیک منطقه آزاد استفاده شود (سیستم CHP). در بخش برق، ورودی سایت باید از یک پست ۴۰۰ کیلوولت اختصاصی تغذیه شود. در داخل سایت، به جای ترانسفورماتورهای معمولی، از سیستم‌های توزیع برق DC (جریان مستقیم) استفاده می‌شود تا تلفات تبدیل AC به DC در سرورها به صفر برسد. سیستم‌های UPS باید از نوع فلائیویل (Flywheel) باشند که به جای باتری‌های شیمیایی که هر ۵ سال باید دور انداخته شوند، از انرژی جنبشی چرخ‌های دوار در خلاء استفاده می‌کنند که عمری بیش از ۲۰ سال دارند و تا زمان روشن شدن ژنراتورهای دیزلی/گازی عظیم (که سوخت آن‌ها باید از شبکه گاز شهری با فشار بالا و مخازن ذخیره استراتژیک تامین شود)، بار را تحمل می‌کنند.

دانش و فناوری IT:

در بخش تجهیزات آی تی، شبکه داخلی دیتاستر باید از سوئیچ‌های NVIDIA InfiniBand با پهنای باند ۸۰۰ گیگابیت بر ثانیه استفاده کند تا گلوگاه ارتباطی بین هزاران GPU از بین برود. ذخیره‌سازی داده‌ها باید تماماً از نوع All-Flash NVMe با پروتکل‌های موازی باشد تا سرعت خواندن و نوشتن داده‌ها با سرعت پردازش GPU ها همخوانی داشته باشد.

بخش دهم: استانداردهای الزامی و اختیاری

استانداردهای الزامی بین‌المللی

رعایت استانداردهای بین‌المللی در این طرح یک انتخاب نیست، بلکه شرط بقا و جذب سرمایه است. استاندارد الزامی و بنیادین، TIA-942 با رتبه‌بندی Rated 4 است که تمام الزامات معماری، برق و خنک‌کننده را دیکته می‌کند. از نظر امنیت اطلاعات، پیاده‌سازی و ممیزی سالانه استاندارد ISO/IEC 27001 برای مدیریت امنیت اطلاعات و ISO 27701 برای حریم خصوصی داده‌ها الزامی است.

استانداردهای کیفیت و فرآیند

از نظر مدیریت انرژی و پایداری محیط زیستی، استاندارد ISO 50001 و اخذ گواهینامه (LEED) رهایت در انرژی و طراحی محیط زیستی) در سطح Platinum برای ساختمان‌ها الزامی است تا نشان دهد این غول صنعتی، کمترین آسیب را به اقلیم خشک تهران می‌زند.

استانداردهای اختیاری با ارزش افزوده بالا

استانداردهای اختیاری اما به شدت توصیه‌شده شامل ASHRAE TC 9.9 برای مدیریت حرارتی تجهیزات آی تی، و استانداردهای خاص PCI-DSS برای پردازش داده‌های مالی و کارت‌های اعتباری است که در صورت رعایت آن‌ها، این مرکز داده می‌تواند به عنوان یک هاب مالی بین‌المللی در منطقه عمل کند. همچنین رعایت استانداردهای BICSI برای کابل کشی ساخت یافته فیبر نوری و مس، برای جلوگیری از تداخل الکترومغناطیسی (EMI) در محیطی با تراکم بالای کابل، الزامی است.

بخش یازدهم: ساختار مالی، هزینه‌ها و تحلیل اقتصادی

ساختار تفصیلی حجم سرمایه (CAPEX) در این طرح ابعاد غیرقابل تصویری دارد. حدود ۳۰ الی ۳۵ درصد از کل سرمایه (معادل ۱ الی ۱.۵ میلیارد دلار) صرف ساخت تاسیسات فیزیکی (Shell)، خرید زمین، احداث پست برق، سیستم‌های خنک‌کننده مایع، و امنیت فیزیکی می‌شود. اما بخش عظیم سرمایه، یعنی ۶۵ الی ۷۰ درصد (معادل ۲.۵

الی ۳.۵ میلیارد دلار)، صرف خرید تجهیزات آی تی شامل هزاران پردازنده گرافیکی H100/B200، سوئیچ‌های اینفینیبند، استوریج‌های پتابایتی و لایسنس‌های نرم‌افزاری می‌شود. هزینه‌های عملیاتی (OPEX) نیز به شدت تحت تأثیر مصرف برق است؛ به طوری که حدود ۶۰ درصد از هزینه‌های جاری طرح صرف قبض برق (یا تأمین سوخت نیروگاه اختصاصی)، ۲۰ درصد صرف حقوق دستمزد نخبگان و تیم‌های امنیتی سایبری، و ۲۰ درصد باقی‌مانده صرف نگهداری، قطعات یدکی و بیمه می‌شود. شاخص‌های کلیدی تحلیل مالی نشان می‌دهد که نرخ بازده داخلی (IRR) این طرح در یک دوره ۱۰ ساله می‌تواند بین ۲۲ الی ۲۸ درصد (به دلار) باشد که برای یک پروژه زیرساختی، عددی خیره‌کننده است. دوره بازگشت سرمایه (Payback Period) با احتساب معافیت‌های مالیاتی منطقه آزاد، حدود ۶ الی ۷ سال برآورد می‌شود. مکانیزم‌های پوشش ریسک مالی و تضمین بازدهی در این طرح بسیار نوآورانه است؛ از آنجا که نوسانات نرخ ارز در ایران یک ریسک بزرگ برای سرمایه‌گذار است، قراردادهای فروش خدمات ابری (SLA) می‌توانند بر اساس «توکن‌های پردازی» یا معادل طلا منعقد شوند. به این معنا که سرمایه‌گذار به جای دریافت ریال، معادل دلاری یا طلای خدمات فروخته شده را در قالب رمزارزهای پایدار یا حواله‌های ارزی در مناطق آزاد دریافت می‌کند که ریسک تورم و تحریم را به شدت کاهش می‌دهد.

بخش دوازدهم: مدت پیشنهادی اجرا و مدیریت مسیر بحرانی

اجرای این طرح در یک بازه زمانی ۴۸ ماهه و در چهار فاز کاملاً مجزا اما همپوشان برنامه‌ریزی می‌شود.

فاز اول: مطالعات

فاز اول (ماه‌های ۱ تا ۱۲) فاز مطالعات حقوقی، طراحی‌های مهندسی تفصیلی (FEED)، اخذ مجوزهای خاص از شورای عالی مناطق آزاد و کارگروه ویژه واردات تجهیزات های تک، و همچنین نهایی‌سازی ساختار مالی و SPV است. مسیر بحرانی در این فاز، دیپلماسی اقتصادی برای تضمین زنجیره تأمین سخت‌افزار است.

فاز دوم: ساخت زیرساخت‌های پایه و بهره‌برداری اولیه

فاز دوم (ماه‌های ۱۳ تا ۲۴) فاز عملیات خاکی، احداث سوله‌های فوق‌مقاوم، و مهم‌تر از همه، احداث پست برق ۴۰۰ کیلوولت و مسیرهای زیرزمینی فیبر نوری متنوع (Diverse Ducts) است.

فاز سوم: نصب تاسیسات مکانیکی

فاز سوم (ماه‌های ۲۵ تا ۳۶) فاز حساس نصب تاسیسات مکانیکی، سیستم‌های خنک‌کننده مایع، و کابل‌کشی‌های دقیق است. در این فاز، مسیر بحرانی، واردات فیزیکی رک‌ها و سرورها و ترخیص آن‌ها از گمرک فرودگاه امام با استفاده از معافیت‌های منطقه آزاد است.

فاز چهارم: نصب تجهیزات آی تی

فاز چهارم (ماه‌های ۳۷ تا ۴۸) شامل نصب تجهیزات آی‌تی، راه‌اندازی شبکه اینفینیبند، تست‌های بارگذاری (Load Testing)، و اخذ گواهینامه‌های Tier IV است. دروازه‌های نظارتی (Stage-Gates) در پایان هر فاز قرار داده شده‌اند؛ به این معنا که تا زمانی که ممیزان مستقل بین‌المللی (مانند Uptime Institute) تایید نکنند که زیرساخت فیزیکی فاز قبل به استاندارد تحمل‌پذیری خطا رسیده است، اجازه ورود تجهیزات گران‌قیمت آی‌تی به سایت داده نخواهد شد تا از آسیب دیدن آن‌ها در اثر نوسانات برق یا خنک‌کننده جلوگیری شود.

بخش سیزدهم: ساختار قراردادی، تحلیل حقوقی و تخصیص ریسک

نوع قراردادهای پیشنهادی بین سازمان منطقه آزاد شهر فرودگاهی امام خمینی (ره) و سرمایه‌گذاران، باید بر اساس مدل‌های نوین مشارکت عمومی-خصوصی (PPP) و با در نظر گرفتن ریسک‌های ژئوپلیتیک ایران تنظیم شود. بهترین مدل قراردادی برای این طرح، قرارداد BOO (ساخت، مالکیت، بهره‌برداری) است. در این مدل، سرمایه‌گذار مالکیت صد در صدی تجهیزات و سازه را در اختیار دارد و منطقه آزاد صرفاً تسهیل‌گر، تامین‌کننده زمین (به صورت اجاره ۹۹ ساله با قابلیت تمدید خودکار) و تضمین‌کننده جریان آزاد داده و برق است. از نظر تحلیل حقوقی و تخصیص ریسک، قرارداد باید دارای پیوست‌های بسیار دقیقی در زمینه «فورس ماژور (Force Majeure)» باشد. در قراردادهای عادی، تحریم‌ها فورس ماژور نیستند، اما در این قرارداد خاص، «تغییرات ناگهانی در قوانین بین‌المللی که منجر به مسدود شدن زنجیره تامین قطعات یدکی یا قطع دسترسی به لایسنس‌های نرم‌افزاری شود» باید به عنوان فورس ماژور شناخته شده و مکانیزم جبران خسارت یا تمدید خودکار مدت قرارداد پیش‌بینی شود. ریسک تامین برق و آب بر عهده منطقه آزاد و شرکت‌های تابعه آن است و در صورت قطعی برق سراسری، منطقه آزاد متعهد به تامین برق از طریق نیروگاه‌های اختصاصی یا جریمه‌های سنگین به سرمایه‌گذار خواهد بود. ریسک تامین سخت‌افزار و نگهداری آن بر عهده سرمایه‌گذار است. چارچوب حکمرانی (Governance) باید به گونه‌ای باشد که یک «کمیته مشترک راهبری» متشکل از نمایندگان منطقه آزاد، نماینده سرمایه‌گذار، و یک ناظر بی‌طرف بین‌المللی (برای اعتمادسازی در برابر سرمایه‌گذاران خارجی) تشکیل شود تا در صورت بروز اختلافات فنی یا حقوقی، پیش از ارجاع به داوری بین‌المللی مانند ICC یا UNCITRAL، اختلافات از طریق مکانیزم‌های حل اختلاف فنی و سریع در داخل منطقه آزاد مرتفع گردد. این طرح، با این معماری جامع، نه تنها یک پروژه اقتصادی، بلکه یک دژ مستحکم برای آینده اقتصاد دیجیتال ایران و منطقه خواهد بود.