مرة أخرى إعتبارات فنية حول جسر الملك سلمان
مستمدة من المشروعات المشابهة حول العالم

تجميع أستاذ دكتور/ حسين عباس*

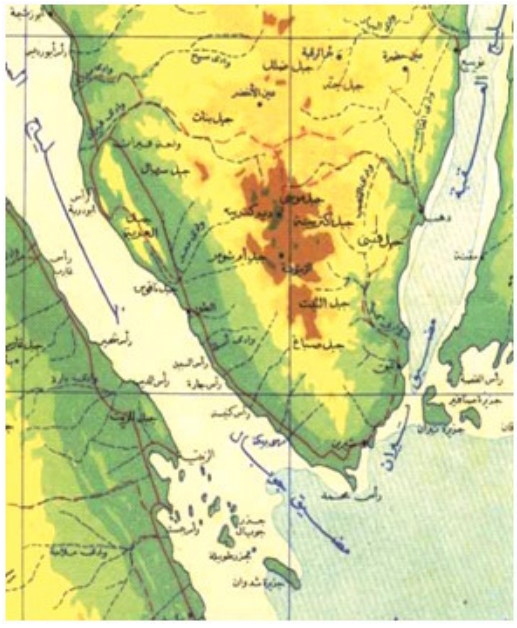
تعريف بجسر الملك سلمان

يبدأ جسر الملك سلمان البري، كما حددته الدراسات التخطيطية المتعددة، بجزء بحري عملاق يعبر مدخل خليج العقبة ويمر بجزيرة تيران بجسر ركامي ثم يعبر بكباري تقليدية عبر المياه الضحلة حتى يصل إلى رأس الشيخ حميد بالمملكة العربية السعودية.

يختلف عمق المياه في محور الجسر حيث يبلغ أقصى عمق للمياه ٣٠٠ متراً وخلوص الكوبري فوق سطح المياه ٦٥ متراً. ويصل طول الجسر بين ٧ إلى ١٠ كيلومتر، ويسمح هذا الجسر بمرور السيارات مع سكة قطار لنقل البضائع والركاب وكذلك مواسير البترول والمياه.

من المتوقع أن يستغرق بناء الجسر من ٥ – ٧ أعوام بتكلفة متوقعة تتراوح مابين ٤ إلى ٥ مليارات دولار، تأتي صعوبة المشروع من فتحته الرئيسية حيث حددت التقديرات الأولية لها حوالي ٣٠٠٠ متر وهي تعد بذلك أطول فتحة حرة لكوبري بري في العالم مما يعتبر تحدياً هندسياً خارج المعرفة في الوقت الحاضر، وقد تم طرح مقترحات بديلة لتحويل مشروع الجسر إلى نفق تحت الماء نظراً للصعوبة الفنية في التنفيذ، يشكل المشروع جسراً للتواصل بين أكبر قارتين في العالم وشرياناً للحياة بين أهم دولتين عربياً وإسلامياً، وهو بمثابة اللبنة الأساسية في طريق إنشاء السوق العربية المشتركة، كما أنه يحقق إنخفاضاً ملحوظاً في تكلفة نقل البضائع والأفراد.

مقترح لمسار جسر الملك سلمان



خريط توضيحية طبوغرافية لجنوب سيناء

مقدمة

لا شك أن إنشاء كوبري عملاق يربط بين مصر والسعودية هو في حد ذاته حدث هندسي هام، سيكون له أصداء عالمية هائلة، إن هذا العمل يتميز باتساع فتحاته التي قد تصل الى عدة كيلومترات – بالإضافة إلى ارتفاعه الشاهق فوق منسوب سطح البحر، بما لا يقل عن ٧٠ متر للسماح للسفن بعبور المضيق وكذلك إختيار نوع الأساسات الملائم لهذا العمل الضخم نظرا لعمق مياه البحر اللأحمر في هذه المواقع.

الكباري الشاهقة قليلة حول العالم وتنفيذها يحتاج ليس فقط إلى: توفيرالتمويل المطلوب للإنشاء، ولكن أيضا لدراسته وإعداد تصميماته وأساساته واختيارالمواد الداخلة في تصنيعه وطريقة تنفيذه بل يحتاج إلى دراسة علمية متأنية باعتباره عملا فريدا غير تقليدي، وقد رأينا الإطلاع على المشروعات المشابهة حول العالم سواء الجاري تنفيذها فعلا أو التي مازالت مجرد مشروعات على الورق لم تجد بعد من يمولها، ومن بين هذه الجسور المعلقة العملاقة والأنفاق المنفذة فعلا ممكن حصر الآتي:

* جسر أكاشى باليابان منفذ فعلا وافتتح عام ١٩٩٨

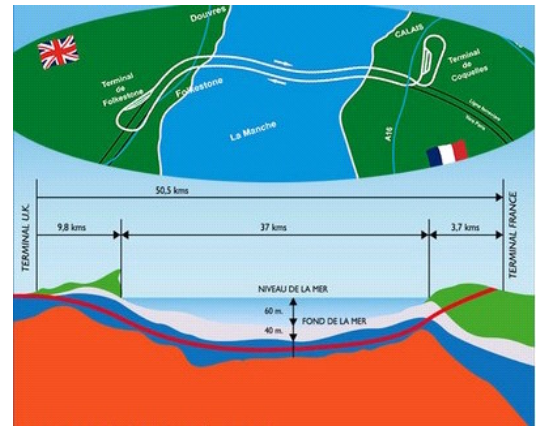
يربط الجسر المعلق مدينة Kobe بجزيرة Honshu. ويعد هذا الجسر حتى تاريخه أكبر فتحة حرة لجسر معلق، حيث تبلغ المسافة بين دعائمه ١٩٩١متر ويصل طوله الإجمالي لحوالي ٤ كم وارتفاع برجيه في حدود ٢٨٢متر. وعلينا ألا نغفل أن اليابان دولة تعاني من الهزات الأرضية والزلازل مما يؤثر على طرق الإنشاء والتصميم وطبيعة وتكلفة تلك المنشآت الكبرى.

جسر اكاشي باليابانAkashi-Kaikyo-Bridge

* نفق المانش منفذ فعلا وأفتتح ١٩٩٤

يعد هذا النفق أول الانفاق البحرية حيث يبلغ طوله ٥٠ كم ويتشكل من نفقين تسمح بمرور القطارات متصلة بأنفاق مخصصة للخدمة والإخلاء في حالة الحوادث والحرائق.

صرح أحد المسئولين بأن القرار السياسي قد أتخذ ولا يبقى إلا العمل والدراسة. إن تصميم هذا الجسر الاستثنائي يحتاج إلى دراسات نظرية واختبارات معملية وحلول هندسية مبتكرة. فهذا المشروع يعد فرصة ذهبية لجموع المهندسين والاقتصاديين والجيولوجيين وعلماء البيئة وخبراء الزلازل المصرين للتعلم والاتطلاع على الأسس الحديثة لعلم هندسة الكباري المعلقة وذلك بالتعاون مع الخبرات الأجنبية التي سيتم حتما الاستعانة بها.



نفق المانش

Euro Tunnel

مشروعات مشابهة تحت الدراسة

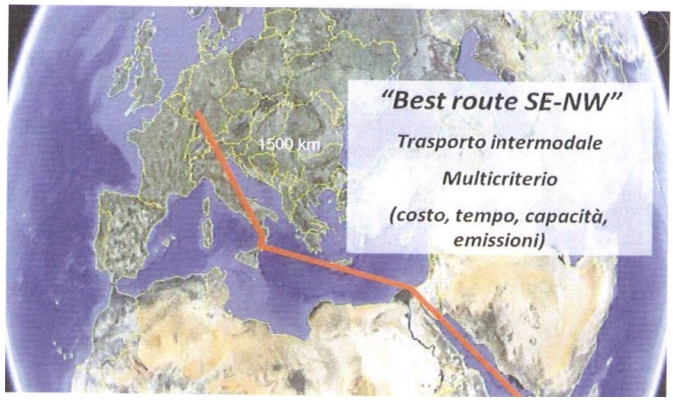
معظم المشروعات القريبة الشبه بجسر الملك سلمان مازالت إما تحت الدراسة أو تخيلية فنية والقليل منها فقط هو ما نفذ فعلا،

نذكر منها على سبيل المثال الجسر الرابط بين السعودية والبحرين ونفق المانش الواصل بين فرنسا وانكلترا وجسر اكاشي باليابان الذي يعد أطول جسر معلق بالعالم، حيث قاربت فتحته الرئيسية على حوالي ٢ من الكيلومترات (٢٠٠٠ م) – أما المشروعات الأخرى التي مازالت أفكارا أو آمالا هندسية لم ترقى بعد لمرحلة التنفيذ نذكر منها:

* جسر مسينا الرابط بين ايطاليا وجزيرة صقلية تنفيذه معلق مؤقت

تبلغ فتحته الرئيسية ٣٣٠٠م وعرضه ٦٠ م وارتفاع ابراجه ٣٨٢م وهو يستقبل ٦ حارات مرور سيارات وخط مزدوج للسكك الحديدية. ويؤكد مؤيدوا المشروع أن هذا الجسر هو جزء من الطريق البري البحري الواصل بين امستردام في الشمال الغربي ومحور قناة السويس في الجنوب الشرقي.

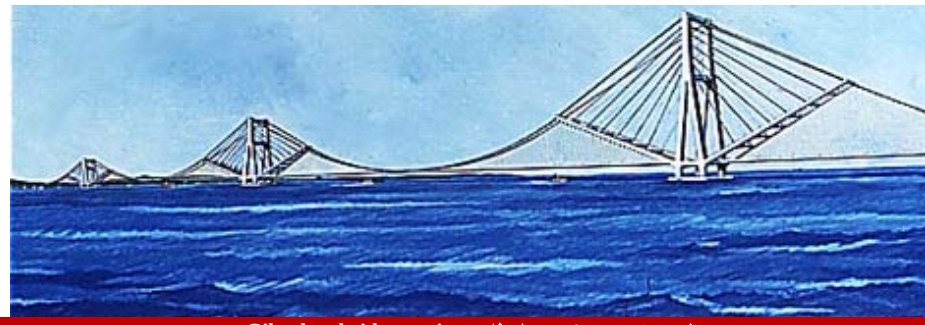
جسر مسينا Messina Bridge



المحور الدولي لممر شمال غرب وجنوب شرق

* جسر جبل طارق وهو مجرد فكرة لمشروع

مازال الخبراء يقارنون ما بين مشروع كوبري ضخم معلق أو مشروع نفق تحت المضيق، تأتي صعوبة تصميم هذا الجسر في المسافة بين الدعامات المقدرة بحوالي ٥٠٠٠ م، والطول الاجمالي للجسر ١٤ كم، ولذلك يرجح أن يكون النفق أقل تكلفة من الكوبري العلوي.



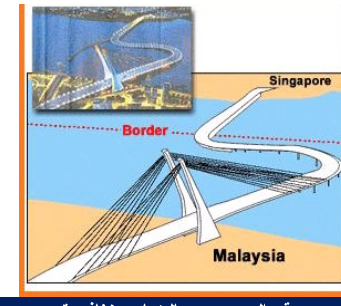
مشروع كوبري مضيق جبل طارقGibraltar bridge project

مشروع نفق مضيق جبل طارق

موقع المشروع بين قارتي اوروبا وافريقيا

* الجسر الرابط بين ماليزيا سنغافورة مؤجل لأسباب سياسية

هو جسر من النوع الملجم مخصص للسيارات والسكك الحديدية كما يحمل ماسورة مياه ضخمة.



موقع الجسر بين ماليزيا وسنغافورة

صورة مركبة للمشروع

* الجسر الواصل من ايطاليا إلى تونس مجرد فكرة لمهندس معماري شهير

موقع الجسر بين ايطاليا وتونس مازال مشروعا تحت الدراسة

مشروعات مشابهة متوقفة

كما أن هناك جسوراً عدة معدة تماما للتنفيذ حيث سبق وأن مرت بمراحل الدراسات المبدئية والتفصيلية والنهائية مثل جسر قطر البحرين وجسر الإمارات قطر إلا أنها متوقفة حالياً ربما لتوتر العلاقات السياسية بين هذه البلدان.

* الجسر الرابط بين قطر والبحرين متوقف موقتا

يبلغ الطول الاجمالي للجسر ٤٠ كم منها ٢٥.٤ كم على كباري تعلو منسوب المياه بمقدار ٤٠ م. يستقبل الجسر السيارات وقطار فائق السرعة.

جسر المحبة أطول جسر بحري في العالم

* الجسر الرابط بين قطر والامارات متوقف أيضاً

مازال المشروع تحت الدراسة للاختيار الأمثل للمسار الذي يتراوح طوله مابين ٤٠ كم الى ٦٥ كم.

جسر ابو ظبي الدوحة

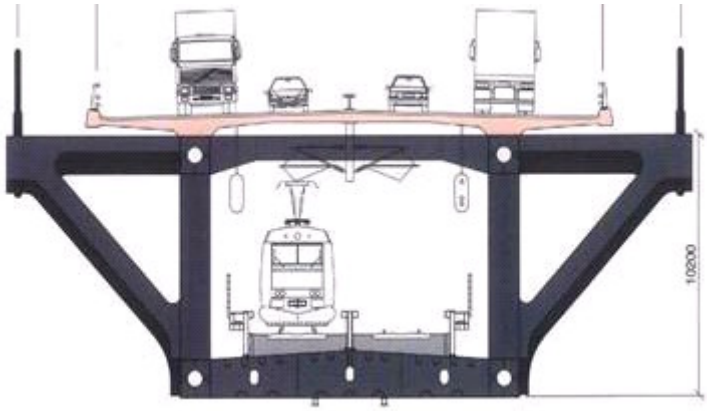
حالة تستدعي الدراسة

بالرغم من هذا الكم المحدود من مشروعات الجسور حول العالم التي تشابه جسر سلمان من حيث طول الفتحة الرئيسية أو الربط بين القارات أو المشروعات عبر البحار والمحيطات، إلا أنني أرى أن دراسة كوبري **Oresund**

الواصل بين الدنمارك والسويد الذي افتتح عام ٢٠٠٠ هـو المشروع الأجدر بالدراسة حيث أنه شديد القرب من جسـر سلمان وذلك للأسباب الآتية:

يجمع هذا المشروع المزدوج ما بين السياراتوالقطارات – كما أنه يتكون من أكثر من مقطع أحدهم على هيئـة نفـق والأخر جسر علوي عبر المضيق ومقطع أخر يرتكز على جزيرة صناعية أنشأت خصيصا ليرتكـز عليهـا الجسـر، بالمقارنة نجد أن جسر سلمان يجمع الكثير من هذه الملامح إلا أنه يتعداها بفتحته الرئيسية الغير مسبوقة المقـدرة مبـدئيا بحوالي ٣٠٠٠ م.

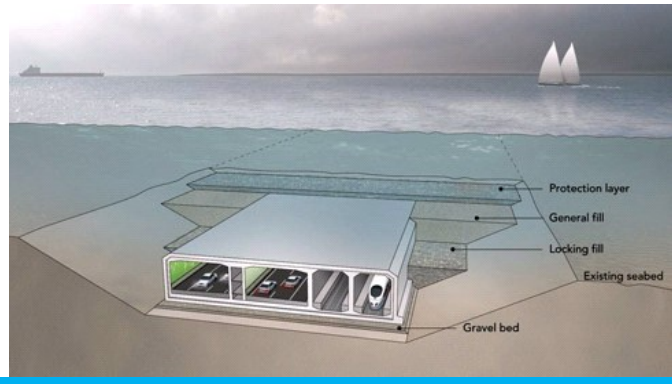
موقع ومقاطع الجسر



مقطع عرضي للجسر Cross-section through the bridge deck

يتكون هذا المنشأ المركب من ٣ مقاطع: كوبري ملجم بطول ٨ كم والمسافة بين الدعامات ٤٩٠ م وأبراج بارتفاع ٢٠٤ م، ونفق يبدأ من العاصمة كوبنهاجن بطول ٤ كم كذلك جزء سطحي على جزيرة صناعية بطول ٤ كم وبذلك يبلغ اجمالي طـول المنشأ ١٦ كم.

منظر عام للجسر موضحا الجزء الملجم منه والجزيرة الصناعية في اقصى اليسار



الجزء النفقي من المشروع

أما الموضوعات والتقنيات التي تحتاج إلى الإيضاح فهي متعددة نذكر منها:

المواد المستعملة في الإنشاء، نوع الأساسات، المواصفات والأحمال المتبعة فـي التصـميم، الاحتياطـات الإنشـائية المطلوبة لحمايته من الهزات الأرضية المحتملـة، سـلوك المنشأ حيال تعرضه لأحمال استثنائية **(Extreme event and loading)**، سلوكه الحركي الهوائي **Aerodynamics** والتصميم الانسيابي له.

فيما يخص اختيار خواص المواد الإنشائية المستعملة في الإنشاء يجب أن تكون مقاومة للصدأ نظرا للأجواء البحرية الشديدة العدوانية التي يقع بها الجسرخصوصا المعادن منها، كذلك ديمومة هذه المواد مع الزمن **(Durability)**.

فيما يخص أساسات هذا المنشأ العملاق فهي تحتاج منا الدراسة نظرا لأن الجسر يعبر بحار عميقة وبالتالي تكـون تكلفة إنشاء قواعده مرتفعة للغاية، لـذلك يقتـرح بعـض الخبراء أنه في هذه الحالات يمكن اللجـوء إلـى نوعيـة

الأساسات العائمة وهناك بعض من هذه الكباري أنشأت في أماكن متفرقة بالإستعانة بالنظريات والعلوم العسكرية المتعلقة بالمعابر العائمة (Floating Barge Units) التي تستعمل في المعارك الحربية والعمليات العسكرية، وذلك خفضا لتكاليف الإنشاء.

نظرا لأن هذا العمل فريد من نوعه فلا يعتقد أن مواصفات المواد وأكواد البناء اللازم تطبيقها لا تتوفر في الدولتين أصحاب الجسر، ولذلك يلزم اللجوء إلى مواصفات وأكواد عالمية تتعامل مع هذه النوعية من الأعمال ويأتي على رأس هذه الاكواد الكود الأوروبي الموحد (Eurocode).

من المعروف أن التخطيط المبدئي للجسر يخترق الأخدود الإفريقي حيث أن البحر الأحمر يقع ضمن مجموعة وديان الأخدود الأعظم وهي سلسلة وديان تقطع معظم شرق إفريقيا، وعلى ذلك يجب العناية ودراسة المنشأ دراسة زلزالية متقدمة تحميه من الانهيار كليا أو جزئيا عند تعرضه لهزات أرضية من متوسطة إلى صغيرة.

تتعرض هذه المنشآت عادة لأحمال استثنائية مثل العواصف والرياح والأمواج العاتية وصدمات القطع البحرية مع قواعد الجسر وخروج القطارات عن مسارها وارتطامها بكمرات الجسر وهي مندفعة بسرعاتها العالية، كذلك عند تعرضها لحرائق محدودة الانتشار قد تؤدي إلى ارتفاع مفاجئ في درجات الحرارة لا تتحملها المواد المصنوع منها الجسر، ولذلك يجب دراسة هذه العوامل وعلى المصمم وضعها في الاعتبار.

خلاصة

إن هذا المشروع الغير مسبوق يحتاج منا إعداد دراسات متقدمة وعقد الندوات والمؤتمرات للاستماع إلى آراء الخبراء وإشراك جميع كفاءات البلاد من أساتذة الجامعات ومهندسين ممارسين وعسكريين وخبراء أجانب سبق لهم دراسة وتنفيذ أعمال مشابهة تتميز بالضخامة.

إن اللجوء إلى الحلول التقليدية في مثل هذه المشروعات لن يؤدي إلى نتائج طيبة حيث أن المطلوب حلول ابتكاريه إبداعية تؤكدها النظريات العلمية والقواعد الهندسية السليمة.

لقد قصرنا الحديث على الإعتبارات الفنية ذات الطابع الهندسي إلا أن هذا المشروع يحتاج أيضا إلى إشراك الاقتصاديين والجيولوجيين وخبراء البيئة والزلازل ورجال القوات المسلحة وعلماء الفضاء والإستشعار عن بعد وغيرهم من المتخصصين والكفاءات الفنية المتوفرة في هذا البلد.