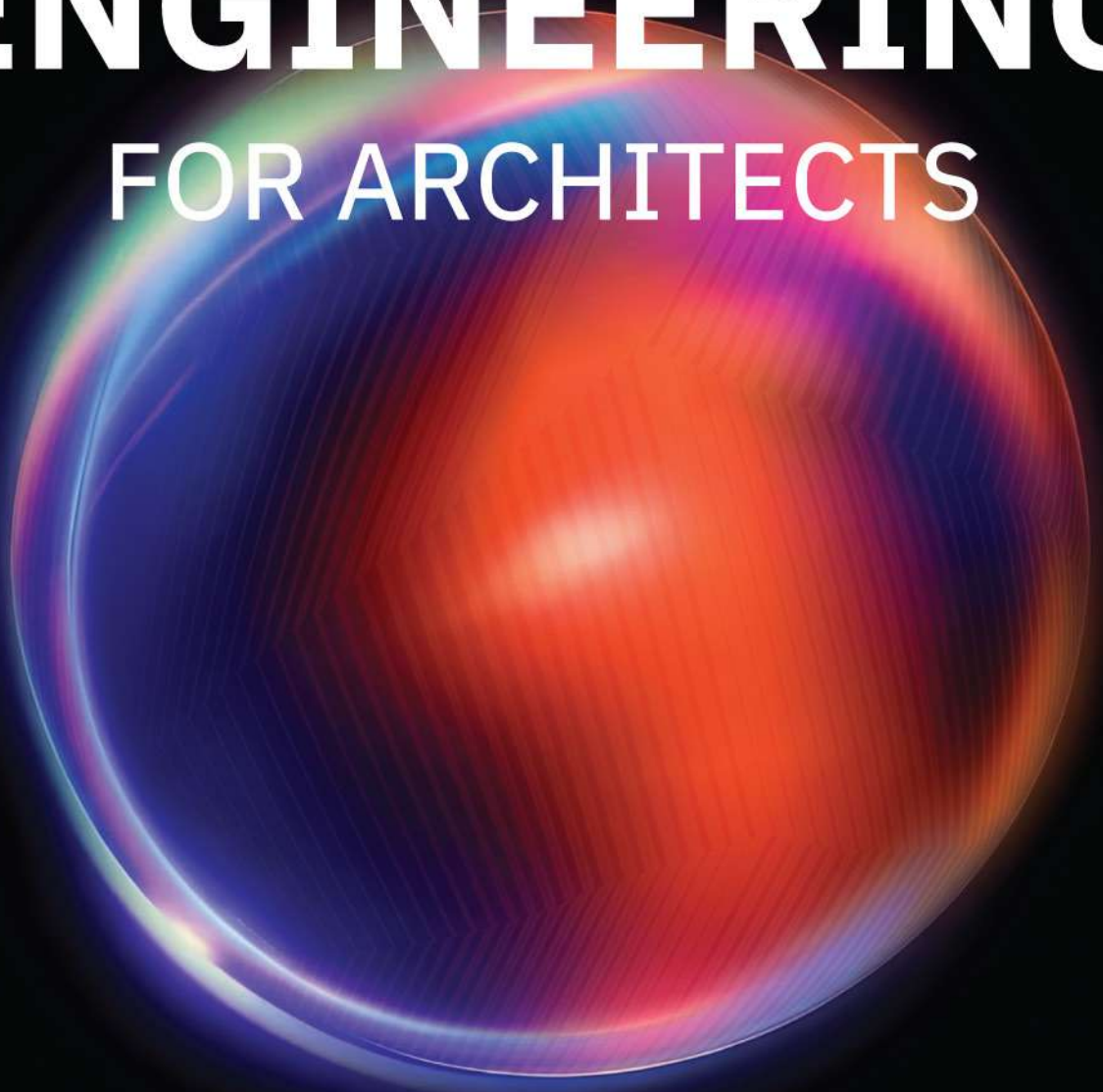
2026

PROMPT ENGINEERING

FOR ARCHITECTS



دليل المعماري لاستخدام الذكاء الاصطناعي

التوليدي في التصميم المعماري

م. شاكر خليف

Prompt Engineering
هندسة الموجهات

دليل المعماري لاستخدام الذكاء الاصطناعي التوليدي في التصميم المعماري

تأليف: م. شاكر خليف

بمساعدة أدوات الذكاء الاصطناعي

2026

حقوق الطبع والنشر

© 2026 شاكر خليف (Shaker Khulief). جميع الحقوق محفوظة.

إشعار استخدام الذكاء الاصطناعي

تـم إعـداد هذا الكتاب بمسـاعدة أدوات الـذكاء الاصطناعـي التوليدي في البحـث، التنظيم، والصياغـة، تحت إشراف وتوجيـه المؤلـف. جميع القرارات الفكريـة، الهيكلية، والتحريرية النهائية تمت بواسـطة المؤلف، الذي يتحمل المسـؤولية الكاملة عن المحتـوى المقدم.

ملاحظة قانونية

لا يجـوز إعـادة إنتـاج أي جزء من هذا الكتاب، أو تخزينه في نظام استرجاع، أو نقله بأي شـكل أو بأي وسـيلة، إلكترونية أو ميكانيكيـة، بمـا في ذلـك التصوير الفوتوغرافي والتسـجيل، أو بأي وسـيلة أخرى، دون إذن كتابي مسـبق من المؤلف، باسـتثناء الاقتباسـات القـصيرة المضمنـة في المراجعـات النقديـة والاسـتخدامات غير التجاريـة الأخـرى التي يسـمح بها قانون حقـوق الطبع والنشر.

للتواصل مع المؤلف:

البريد الإلكتروني: Shaker.kh@bimlab.com
رقم هاتف: 00962795466608

الطبعة الأولى - 2026

مقدمة كتاب هندسة الموجّهات

إلى زميلي المعماري شاكر خليف...

إلى ذاك الصوت الذي خرج من بين جدران الجامعة الأردنية، لا ليكون مجرد صدى لموهبةٍ تتفتح، بل ليغدو معلّمًا بصوته الخاص في فضاءات الإبداع.

حين أعود بذاكرتي إلى بدايات الطريق، أراك واقفًا أمام طاولة الرسم، شابًا يلتقط الخط قبل أن يُرسَم، ويستشعر الفكرة قبل أن تُقال. كنتَ تقرأ المعاني بين الفراغات، وتبحث عن العمارة لا بوصفها شكلًا، بل بوصفها نبضًا وحضورًا وروحًا. لم تكن طالبًا عاديًا؛ كنت شابا يافعا يتهيأ لأن يتحوّل إلى رؤية، ومشروعًا من الضوء ينتظر أن يجد مساره.

كنتَ تتحدث لغة الرصانة كما لو أنها جزء من فطرتك، وتخلص لعملك إخلاص من يعرف أن العمارة أمانة قبل أن تكون مهنة، ومسؤولية قبل أن تكون منجزًا. أحببتُ فيك ذلك الاتزان المزوج بجرأة هادئة، وتلك الحساسية العالية تجاه الخط والفكرة والظلّ والنور. كنت تبتكر قبل أن تعرف أنّك تبتكر، وتعلّم قبل أن تُصرّح بأنك قادر على التعليم.

ومع السنوات، نضج الوعد وأصبح حضورًا. لم يبقَ شاكر ذاك الطالب الذي أتابع خطواته الأولى، بل صار أحد ملامح الجيل الجديد من المعماريين الذين يقودون المهنة اليوم بحرفية رفيعة وأداء نادر النظير. وفي اللقاءات المتكررة خلال الأعوام الخمسة الماضية، كنتَ تكشف لي—في كل مشروع، وكل فكرة، وكل نقاش—وجهًا جديدًا من رؤيتك، ومن قدرتك على أن ترى ما وراء الشكل، وما يتجاوز المألوف

المعماري بين الأمس واليوم: رحلة أدوات تتغيّروروح تبقى

شهدت العمارة، منذ أن كان المعماري يرسم على الطين والحجر، رحلة تحوّل مذهلة في أدواتها. فمن الرسم اليدوي الذي كان يترجم نبض القلب مباشرة على الورق، إلى النماذج الخشبية التي تكثّف الخيال في حجم ملموس، ثم إلى البرمجيات التي أحدثت ثورة في فهم الفضاء وتراكيبه... وصولًا إلى هذا العصر الذي تتداخل فيه الخوارزميات والمحرّكات الذكية مع ذائقة المعماري وخبرته.

ومع أن الأدوات تغيّرت، بقي السؤال واحدًا:

كيف يحافظ المعماري على صوته، على هويته، على بصمته التي لا تشبه أحدًا؟

لقد أصبح المعماري اليوم يقف أمام شاشةٍ تختصر له زمنًا طويلًا من التجريب، وتفتح له أبوابًا واسعة من الاحتمالات، لكن الخطر يكمن في أن تفقد اليدُ حسّها، والقلبُ حدسه، وتذوب البصمة في بحر من الصور المولَّدة والخيارات اللانهائية.

إن جوهـر المعمـار الحقيقـي لا يمكن أن يكتبه الـذكاء الاصطناعي، ولا يمكن لآلة—مهما بلغت—أن تسـتبدل ما تصنعه التجربـة، ومـا تنحتـه الـروح، ومـا تلهمه الحكايـات التي يحملها كل معمـاري في ذاكرتـه. الهوية الفنية ليسـت أداةً، ولا برنامجًـا، ولا تقنيـةً؛ إنهـا أمانة الرؤية، ووفاءٌ للخـط الأول، وللنقطة الأولى، وللغرباء الذين بنـوا حجراً فوق حجر ليكتبوا تاريخ المكان.

ولادة لغة جديدة: لغة الموجِّهات

واليـوم، ونحـن نقـف على أعتـاب عصر تتقاطع فيه الأسـئلة الـكبرى للعمارة مـع خوارزميات الـذكاء الاصطناعي، يأتي هـذا الكتـاب امتـدادًا لذلـك الحوار القديـم بيننا؛ حوارٌ صـار أرحب، وأعمـق، وأكثر قدرة على اسـتشراف القادم.

لم تعد العمارة خطوطًا ومساحات وكتلًا...

بـل غـدت لغـة تسـتدعي المسـتقبل، وتُشرك الخوارزميـات في صياغة احتمـالات لم يكن للمعمـاري أن يراهـا من قبل. أصبـح المعمـاري يكتـب موجّهـات، ويوجّـه خيال الآلة، ويسـتخرج مـن الـذكاء الاصطناعي ما يشـبه القصيـدة... وما يشـبه الحلم.

هـذا الكتـاب محاولـة لتـأطير تلـك اللغـة الجديدة—لغـة الموجِّهـات—كي تصبـح أداة معرفية لا تقل شـأنًا عـن أدوات التحليـل ونظريـات التصميـم والمـدارس التي صاغت أجيالًا من المبدعين. سـعيتَ فيـه إلى تقديم منهـج يجعل الفكرة المعماريـة قـادرة على أن تتخذ شـكل بيـانٍ لغوي هندس ي، يقود الـذكاء الاصطناعي نحو تصميـم يمكن أن يُدرَّس... ويُبنى... ويُسـكن... ويُحب.

هويّة المعماري في زمن الذكاء الاصطناعي

قلتُ يومًا، وسأظل أقول:

«أفضل أساتذتي... طلابي.»

وأنـت يـا شـاكر، أحد أولئـك الذين يجيئـون بالعلم كل صباح، ويذكّـرونني بأن العمـارة لا تنمو إلا بأيدي من يشـعلون شـغفها، وبـأن الهويـة الفنية لا تُحمى بالرفـض، بل بالتكيّـف الواعي، ولا بالمقاومة، بـل بالقيادة.

الهويّـة تُصـان حين يعـرف المعمـاري مـن هو، قبـل أن يُملي على الآلة مـا يريد. وتبقـى حين يكون الـذكاء الاصطناعي أداةً بين يديـه... لا بـديلًا عنه.

وتزدهر حين يجمع المعماري بين ذاكرة الطين... ودقّة الخوارزم... وجمال الخطّ الأول.

إلى شاكر... وإلى الجيل الذي سيعيد تعريف المهنة

هـذا الكتـاب تقديرٌ وامتنان، وإيمـان عميق بأنك—وأمثالك—سـتفتحون لهذه المهنة أبوابًا جديدة، وسـتقودون الحوار بين العمـارة والـذكاء الاصطناعـي نحو أفق كان يومًـا ضربًا من الخيال.

أؤمن بأنكم الجيل الذي سيعيد تعريف العلاقة بين المعماري وأدواته، بين الفكرة وصورتها، بين الضوء ومساره.

لك منّي كل الاعتزاز... وكل الثقة... وكل الامتنان.

زميلك

الأستاذ الدكتور كامل محادين

المقدمة

يشـهد مجـال العمـارة تحولًا جذريًا مدفوعًا بالتقدم المتسـارع في تقنيـات الذكاء الاصطناعي التوليـدي (Generative AI). لم تعـد هـذه التقنيات مجرد أدوات مسـاعدة، بل أصبحت شريكًا إبداعيًا قـادرًا على توليد أفكار وحلول تصميمية معقـدة في ثـوانٍ. ومـع ذلـك، فـإن جودة المخرجـات التي يقدمها الـذكاء الاصطناعي تعتمد بشـكل مبـاشر على جودة المـدخلات التي يتلقاهـا. هنـا تبرز **مشـكلة الدراسـة** التي يعالجها هـذا الكتاب: الفجـوة بين الرؤيـة التصميمية المجردة في ذهـن المعمـاري والقـدرة علـى ترجمتهـا إلى لغـة دقيقـة ومفهومة مـن قبل نمـاذج الـذكاء الاصطناعـي. إن **الموجه (Prompt)** هـو الـجسر الـذي يربـط بين هاتين الضفـتين، وإتقان صياغتـه لم يعد ترفًا، بـل ضرورة مهنية.

تكمـن **أهميـة هـذا الدليـل** في كونه يقـدم منهجية علميـة وعملية للمعمـاريين لتطويـر مهاراتهم في كتابـة الموجهات. فمـن خلال فهـم البنيـة المنطقيـة للموجه وتـأثير كل عنصر من عناصره، يمكـن للمصمم أن ينتقل مـن الحصول على نتائـج عشـوائية إلى تحقيـق مخرجات موجهـة وعالية الدقة تـلبي متطلبات المشروع الفنيـة والوظيفية.

أهداف الكتاب

يهدف الكتاب إلى تحقيق مجموعة من الأهداف الرئيسية، أهمها:

أولاً، تأسيس إطار نظري واضح يوضح علاقة الذكاء الاصطناعي التوليدي بمجال العمارة، مع تحديد المفاهيم الأساسية والمصطلحات التقنية بدقة.

ثانيًا، تقديم تصنيف منهجي للموجهات المعمارية يغطي كافة مراحل التصميم، من المفاهيم الأولية إلى التفاصيل التنفيذية، مما يسهل على المعماري اختيار النوع المناسب من الموجهات لكل مرحلة.

ثالثًا، تزويد القارئ بأمثلة تطبيقية ودراسات حالة واقعية توضح كيفية صياغة موجهات فعالة وتحليل النتائج المترتبة عليها.

رابعًا، تمكين المعماريين من استخدام الذكاء الاصطناعي كأداة لتعزيز الإبداع وليس كبديل له، مع التأكيد على أن الحكم النقدي والرؤية الفنية للمعماري تبقى محورية في العملية التصميمية.

منهجية العمل

تعتمد منهجية العمل في هذا الكتاب على الجمع بين **التحليل النظري** و**التطبيق العملي**. تم استخلاص وتصنيف الموجهات بناءً على تحليل الأدبيات المرجعية وأفضل الممارسات في المجال، مع التركيز على تقديمها في هيكل يسهل على المعماري تطبيقه مباشرة في عمله اليومي. تم اعتماد أسلوب الكتابة الأكاديمي الواضح الذي يوازن بين الدقة العلمية وسهولة الفهم، مع استخدام الجداول والأمثلة التوضيحية لتعزيز الاستيعاب.

نطاق الكتاب وحدوده

يقتصر نطاق هذا الدليل على استكشاف **الموجهات النصية** المستخدمة في نماذج الذكاء الاصطناعي التوليدي للصور والنماذج ثلاثية الأبعاد، دون الخوض في الجوانب البرمجية المعقدة لتلك النماذج. كما يركز الكتاب على التطبيقات المعمارية بشكل خاص، دون التطرق بتفصيل إلى مجالات التصميم الأخرى مثل التصميم الصناعي أو الجرافيكي، رغم أن العديد من المبادئ المطروحة قابلة للتطبيق في تلك المجالات.

الفصل الأول: الإطار النظري للذكاء الاصطناعي في العمارة

لفهم كيفية صياغة موجهات فعالة، لا بد أولاً من بناء أساس نظري متين حول المفاهيم الأساسية للذكاء الاصطناعي التوليدي وعلاقته المتنامية بالممارسة المعمارية. يستعرض هذا الفصل المصطلحات والمبادئ الجوهرية التي تشكل حجر الزاوية في هذا المجال الجديد.

1.1 الذكاء الاصطناعي التوليدي: المفهوم والتطور

الذكاء الاصطناعي التوليدي (Generative AI) هو فرع من فروع الذكاء الاصطناعي يركز على إنشاء نماذج قادرة على توليد محتوى جديد وأصلي، مثل النصوص والصور والموسيقى والتصاميم، بدلاً من مجرد تحليل البيانات الموجودة أو التصنيف. تعمل هذه النماذج، مثل **الشبكات العصبية التوليدية التنافسية (Generative Adversarial Networks - GANs)** و**نماذج الانتشار (Diffusion Models)**، عن طريق التعلم من كميات هائلة من البيانات، ثم استخدام الأنماط المكتسبة لإنشاء مخرجات فريدة.

في سياق العمارة، يعني هذا القدرة على توليد صور مفاهيمية، مخططات أولية، وحتى تفاصيل إنشائية بناءً على مدخلات نصية. تطورت هذه التقنيات بشكل متسارع خلال العقد الأخير، حيث انتقلت من نماذج تجريبية محدودة إلى أدوات احترافية قادرة على إنتاج مخرجات بصرية عالية الجودة تنافس الرسومات التي ينتجها المصممون المحترفون.

1.2 الموجهات (Prompts): التعريف والأهمية

الموجه هو **مجموعة من التعليمات أو الوصف النصي** الذي يتم تقديمه لنموذج الذكاء الاصطناعي لتوجيه عملية التوليد. إنه بمثابة «ملخص التصميم» (Design Brief) الذي يتلقاه النموذج. كلما كان الموجه أكثر دقة، وضوحًا، وثراءً بالمعلومات، كانت النتيجة أقرب إلى رؤية المصمم.

تكمن أهمية الموجهات في أنها تحول العلاقة بين المعماري والحاسوب من علاقة «أمر وتنفيذ» (كما في برامج CAD) إلى علاقة **«حوار إبداعي»**. يصبح المعماري «محاورًا» للذكاء الاصطناعي، يوجهه ويصقل أفكاره من خلال اللغة الطبيعية.

1.3 تطبيقات الذكاء الاصطناعي في العمارة

تتعدد تطبيقات الذكاء الاصطناعي التوليدي في مجال العمارة، وتشمل:

- **العصف الذهني والتصميم المفاهيمي:** استكشاف مجموعة واسعة من الأفكار الأولية بسرعة.
- **التصميم التوليدي:** إنشاء بدائل تصميمية متعددة بناءً على قيود محددة.
- **الإخراج المعماري:** توليد صور ومناظير عالية الجودة للمشاريع.
- **التصميم الداخلي:** استكشاف خيارات الأثاث، المواد، والألوان.
- **تحليل الأداء:** محاكاة أداء المباني في مراحل التصميم المبكرة.

1.4 العلاقة بين المعماري والذكاء الاصطناعي

لا يهدف الذكاء الاصطناعي إلى استبدال المعماري، بل إلى **تعزيز قدراته (Augment)**. فهو يحرر المصمم من المهام المتكررة والمستهلكة للوقت، مما يسمح له بالتركيز على الجوانب الأكثر إبداعًا واستراتيجية في العملية التصميمية، مثل: فهم احتياجات العميل، التفكير النقدي، اتخاذ القرارات المعقدة، والإشراف على جودة التنفيذ.

1.5 الدراسات السابقة والأدبيات المرجعية

يعتمد هذا الدليل على مجموعة واسعة من الأبحاث والمقالات العلمية في مجالات التصميم الحاسوبي، الذكاء الاصطناعي، والعمارة الرقمية. من أبرز المراجع التي شكلت الإطار النظري لهذا العمل: دراسات كوستاس تيرزيديس (Kostas Terzidis) حول العمارة الخوارزمية، وأبحاث ماريو كاربو (Mario Carpo) حول التحول الرقمي الثاني في العمارة، بالإضافة إلى الأوراق البحثية الحديثة حول نماذج الانتشار والشبكات التوليدية التنافسية.

الفصل الثاني: الموجهات المفهومية والأساسية

تبدأ كل المشاريع المعمارية العظيمة بفكرة قوية. قبل تحديد الوظائف أو الأشكال، هناك **مفهوم (Concept)** أساسي يوجه كل القرارات التصميمية اللاحقة. يركز هذا الفصل على كيفية صياغة الموجهات التي تهدف إلى استكشاف وتطوير هذه الأفكار المجردة. إن الموجهات المفهومية (Conceptual Prompts) هي نقطة الانطلاق في الحوار الإبداعي مع الذكاء الاصطناعي.

2.1 تعريف الفكرة المعمارية

الفكرة المعمارية هي الجوهر الفكري أو الفلسفي للمشروع. قد تكون كلمة واحدة، عبارة، أو استعارة تصف الإحساس أو الرسالة التي يهدف المبنى إلى إيصالها. يمكن للموجهات أن تستكشف هذه الأفكار بشكل مباشر.

مثال موجه: «تصميم معماري يجسد فكرة النمو العضوي. يجب أن تظهر الكتلة وكأنها تنبثق من الأرض بشكل طبيعي، مع استخدام خطوط منحنية وغير منتظمة. المواد يجب أن تكون طبيعية مثل الخشب والحجر الخام.»

2.2 المقاربات الفلسفية في التصميم

يمكـن للموجهـات أن تسـتلهم مـن المـدارس الفلسـفية المختلفـة لإنتـاج عمـارة ذات عمق فكـري. يمكن الإشـارة إلى مفاهيـم مثـل التفكيكيـة، الظاهراتيـة، أو الحداثـة النقدية.

مثـال موجـه: «صمـم مكتبة عامة بنـاءً على مبـادئ الفلسـفة الظاهراتيـة (Phenomenology). ركز علـى تجربـة الزائر الحسـية مع الضوء، الملمس، والصوت. اسـتخدم مـواد تثير الذاكرة وتتـغير مع مرور الوقـت، مثـل النحاس الذي يكتسـب طبقة من الزنجـار (Patina).»

2.3 الحالة الشعورية والتجربة الحسية

يمكـن للعمـارة أن تثير مشـاعر محـددة. يمكن للموجهـات أن تصـف الحالة الشـعورية أو التجربة الحسـية المطلوبة، بـدلاً من وصف الشـكل المادي.

مثـال موجـه: «صمم مسـاحة للتأمل تبعث على الشـعور بالهدوء والسـكينة. يجـب أن تكون الإضاءة خافتـة وغير مبـاشرة، مـع وجـود عنصر مـائي صغير يضيـف صوتًا هادئًا. الفـراغ يجب أن يكون بسـيطًا وخاليًـا من المشـتتات، مـع التركيز على ملمس المـواد الطبيعية.»

2.4 المجاز المعماري والرمزية

يمكن استخدام الموجهات لإنشاء عمارة رمزية أو مجازية، حيث يحمل المبنى معنى يتجاوز وظيفته المادية.

مثال موجه: «صمم متحفًا لحقوق الإنسان يستخدم مجاز السلاسل المكسورة. يجب أن يظهر الهيكل الإنشائي وكأنه يتفكك ويتحرر، مع وجود فراغات داخلية واسعة ومضيئة ترمز إلى الأمل والحرية.»

2.5 النظرة المستقبلية والابتكار

يمكن استخدام الموجهات لاستكشاف رؤى مستقبلية للعمارة، وتخيل كيف يمكن أن تبدو المدن والمباني في المستقبل.

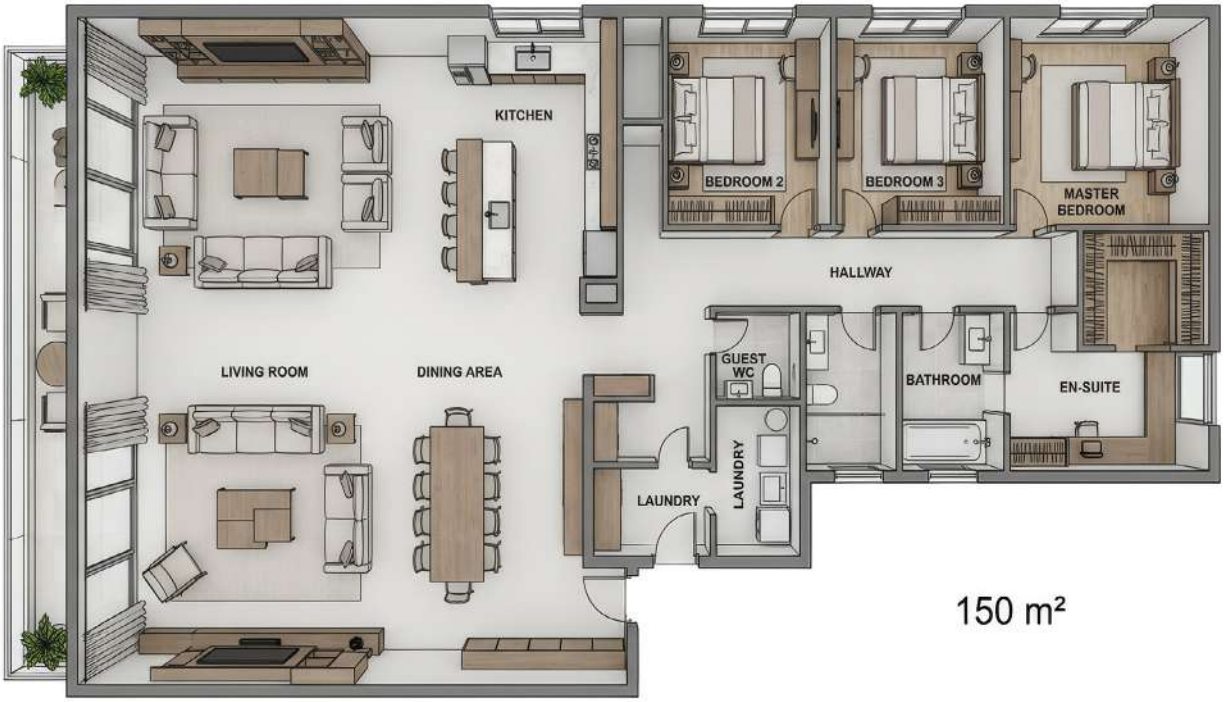
مثال موجه: «تصور ناطحة سحاب سكنية في عام 2077 تدمج الزراعة العمودية (Vertical Farming) في واجهاتها. يجب أن تكون الواجهات عبارة عن نظام بيئي حي ينتج الغذاء وينقي الهواء، مع وجود جسور معلقة تربط بين الأبراج المختلفة وتخلق مجتمعات سكنية في السماء.»

الفصل الثالث: الموجهات الوظيفية والبرنامجية

بعد تحديد الفكرة المفهومية، تأتي مرحلة ترجمة هذه الفكرة إلى فراغات وظيفية تلبي احتياجات المستخدمين. تركز الموجهات الوظيفية والبرنامجية (Functional and Programmatic Prompts) على تنظيم الفضاء، تحديد العلاقات بين مكوناته، وضمان كفاءة الأداء. يتناول هذا الفصل كيفية صياغة موجهات تصف **البرنامج المعماري (Architectural Program)** بشكل فعال.

3.1 توزيع الفضاء المعماري

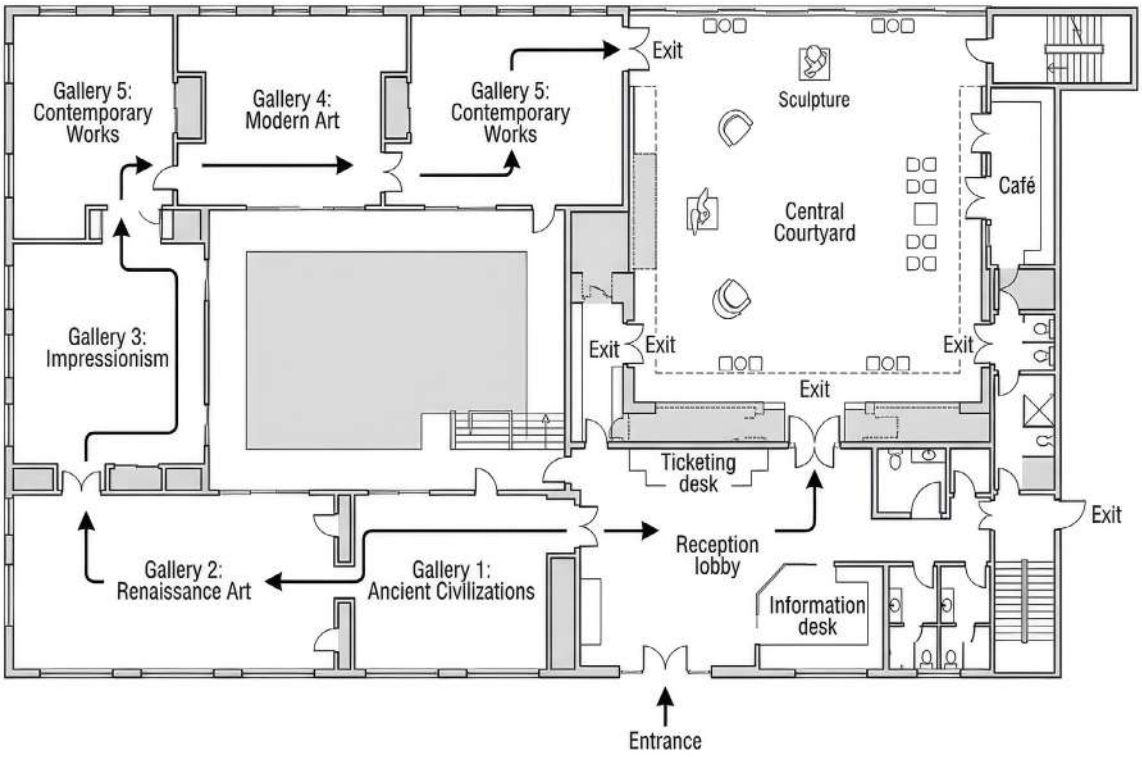
تحدد هذه الموجهات كيفية تنظيم الفراغات المختلفة داخل المبنى وعلاقتها ببعضها البعض. يمكن استخدام مصطلحات مثل «مخطط مفتوح»، «فصل بين المناطق العامة والخاصة»، أو «تسلسل هرمي للفراغات».



مثال موجه: «صمم مخطط طابق لشقة سكنية بمساحة 150 مترًا مربعًا باستخدام مخطط مفتوح (Open-plan) يدمج غرفة المعيشة، غرفة الطعام، والمطبخ في فضاء واحد متصل. يجب فصل منطقة غرف النوم (المنطقة الخاصة) عن منطقة المعيشة (المنطقة العامة) من خلال ممر يعمل كمنطقة انتقالية.»

3.2 تدفق الحركة وأنماط الاستخدام

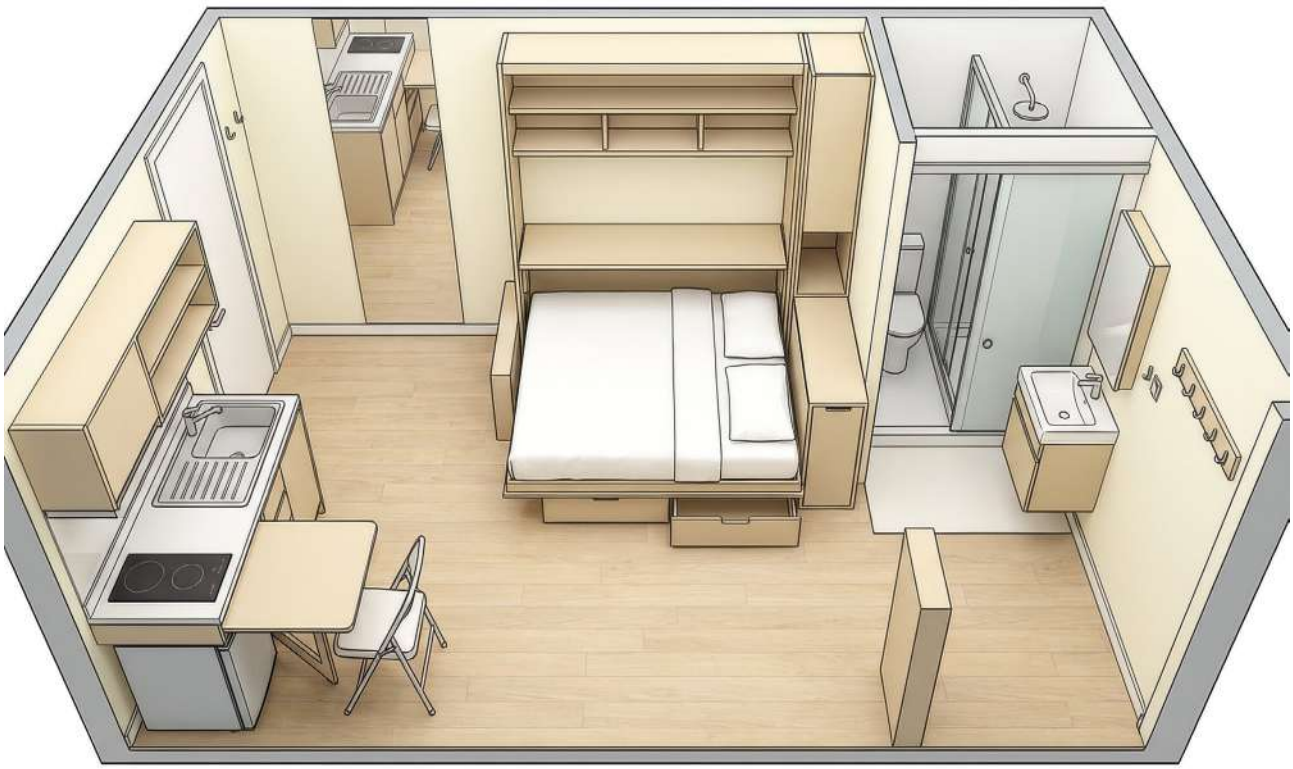
تركـز هذه الموجهات على كيفية تحرك الأشـخاص داخل المبنى. يمكن وصف مسـارات الحركـة، نقاط الدخول والخروج، والعلاقة بين الفراغات المختلفة.



مثـال موجـه: «صمـم مخطط طابق لمتحـف فني يضمن تدفق حركة سـلس ومنطقي للـزوار. يجب أن يكـون المسـار خطيًـا (Linear Path) يمـر عبر صالات العرض بالتسلسـل، مع وجود فنـاء مركزي يعمل كنقطة توزيع رئيسـية ونهاية للمسـار.»

3.3 كفاءة الاستخدام والأداء الوظيفي

تهـدف هذه الموجهات إلى تحسين كفاءة اسـتخدام الفضاء وتقليل المسـاحات المهدرة. يمكـن تحديد متطلبات محددة تتعلق بالأبعاد، النسـب، أو المرونة.



مثـال موجه: «صمـم مخططًا لوحدة فندقية صغيرة (Micro-hotel Room) بمسـاحة 15 مترًا مربعًا فقـط. يجـب أن يكـون التصميم عالي الكفاءة ويسـتخدم أثاثًا متعـدد الوظائف وقابـل للتحويل (مثل سريـر يمكن طيـه ليتحول إلى مكتب) لتحقيق أقصى اسـتفادة من المسـاحة المحدودة.»

3.4 مرونة الفضاء والتكيف

في عـالم متـغير، تـزداد أهميـة تصميـم مبانٍ قـادرة على التكيـف مع الاسـتخدامات المسـتقبلية. تصف هـذه الموجهات كيفيـة تصميـم فراغات مرنـة يمكن تعديلها بسـهولة.

مثـال موجـه: «صمم مسـاحة عمـل مكتبيـة تعتمد علـى مفهـوم المرونة الكاملـة. اسـتخدم قواطيع متحركة (Movable Partitions) وأثاث معياري (Modular Furniture) يمكن إعادة ترتيبه بسـهولة لإنشـاء مسـاحات عمـل فردية، غـرف اجتماعات صـغيرة، أو قاعـات ورش عمل كبيرة حسـب الحاجة.»

3.5 البرنامج المعماري المعقد

بالنسبة للمشاريع متعددة الاستخدامات، يمكن للموجهات أن تصف برنامجًا معماريًا معقدًا يدمج وظائف مختلفة في مبنى واحد.

مثال موجه: «صمم مبنى متعدد الاستخدامات (Mixed-use Building) يجمع بين متاجر تجزئة في الطابق الأرضي، مكاتب في الطوابق الثلاثة الوسطى، وشقق سكنية في الطوابق العليا. يجب أن يكون هناك مداخل منفصلة لكل وظيفة لضمان الخصوصية والأمان، مع وجود نواة حركة (Circulation Core) مشتركة تخدم جميع الطوابق.»

الفصل الرابع: الموجهات الجمالية والشكلية

بعد تحديد المفهوم والوظيفة، تأتي مرحلة إعطاء المشروع هويته البصرية. تركز الموجهات الجمالية والشكلية (Aesthetic and Formal Prompts) على تحديد **الأسلوب المعماري، المواد، الألوان، التكوين، والتفاصيل** التي تشكل المظهر الخارجي والداخلي للمبنى. هذا هو النوع الأكثر شيوعًا من الموجهات، وإتقانه ضروري لإنتاج صور معمارية مقنعة.

4.1 الأسلوب المعماري والهوية البصرية

يعد تحديد الأسلوب المعماري نقطة الانطلاق الأساسية في الموجهات الجمالية. يمكن الإشارة إلى أساليب تاريخية (مثل الباروك، القوطي)، حديثة (مثل باوهاوس، دي شتيل)، أو معاصرة (مثل التفكيكية، البارامترية). يمكن أيضًا الإشارة إلى معماريين محددين (مثل «بأسلوب زها حديد» أو «بأسلوب تاداو أندو»).

مثال موجه: «صمم واجهة متحف للفن المعاصر بأسلوب التفكيكية (Deconstructivism). يجب أن تتميز الواجهة بأشكال مجزأة، زوايا حادة، ومستويات متداخلة تخلق إحساسًا بالحركة وعدم الاستقرار. استخدم مواد مثل التيتانيوم والزجاج لتعزيز المظهر المستقبلي.»

4.2 المواد والتشطيبات

تعتبر المواد جزءًا لا يتجزأ من الهوية الجمالية للمبنى. يجب أن يكون الموجه دقيقًا في وصف المواد (مثل «خرسانة ظاهرة»، «طوب أحمر») والتشطيبات (مثل «مصقول»، «خشن»، «لامع»).

مثال موجه: «تصميم داخلي لمقهى يستخدم مزيجًا من المواد الصناعية والدافئة. استخدم جدران من الطوب الأحمر الأصلي مع أرضيات من الخرسانة المصقولة (Polished Concrete). يجب أن تكون طاولات الخدمة مصنوعة من الفولاذ المقاوم للصدأ (Stainless Steel)، بينما تكون طاولات الجلوس من خشب الجوز الدافئ (Warm Walnut Wood).»

4.3 الكتلة والتكوين المعماري

تصف هذه الموجهات كيفية تشكيل الكتلة الرئيسية للمبنى. يمكن استخدام مصطلحات مثل «كتلة متراصة»، «تكوين مجزأ»، «برج نحيف»، أو «مبنى أفقي منخفض الارتفاع».

مثال موجه: «صمم مبنى سكنيًا يتكون من تكوين مجزأ من عدة كتل متداخلة بأحجام وارتفاعات مختلفة. يجب أن تخلق هذه الكتل المتداخلة شرفات وتراسات متنوعة، مما يكسر رتابة الواجهة ويمنح كل وحدة سكنية إحساسًا بالتميز.»

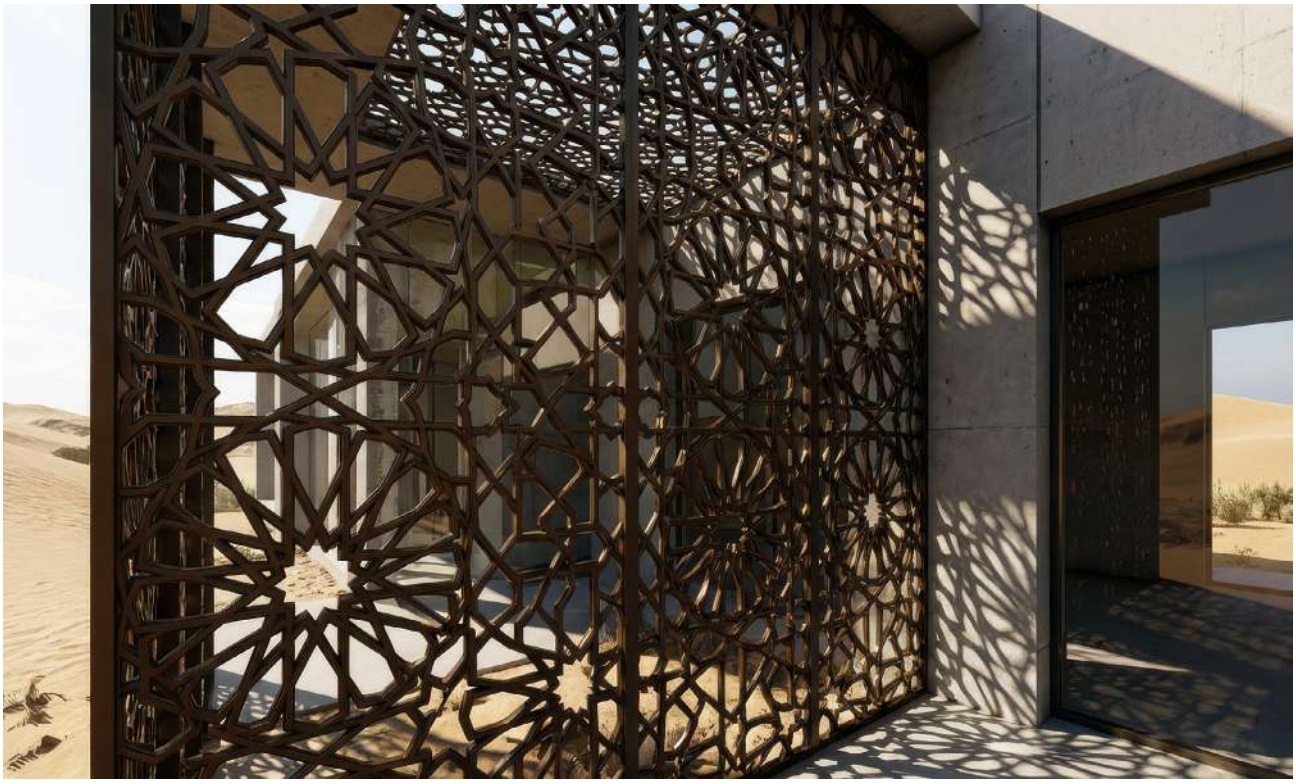
4.4 اللون والملمس

يلعب اللون والملمس دورًا حاسمًا في التجربة الحسية للمبنى. يمكن للموجهات أن تحدد لوحة ألوان معينة (Palette) أو تصف الملمس المطلوب للمواد.

مثال موجه: «صمم واجهة مدرسة ابتدائية باستخدام لوحة ألوان زاهية ومبهجة. استخدم ألواحًا ملونة من الألياف الزجاجية (Fiberglass Panels) بألوان أساسية (الأحمر، الأزرق، الأصفر) بترتيب عشوائي. يجب أن يكون للواجهة ملمس ناعم ولامع يعكس الضوء.»

4.5 التفاصيل المعمارية الدقيقة

يمكـن للموجهـات أن تركـز على تفاصيل دقيقة لإضافة عمـق وثراء للتصميم. يمكن وصف تصميـم النوافذ، الأبواب، الدرابزينات، أو أنظمة التظليل.



مثـال موجـه: «ركـز على تصميم نظام مشربيـة معاصر لواجهة مبنى في مناخ صحـراوي. يجب أن تكون المشربيـة مصنوعـة من الألومنيوم المصبـوب (Cast Aluminum) بنمط هندسي إسلامي معاصر. يجب أن توفـر المشربيـة تظلـيلًا فعالًا مع السـماح بمرور الضوء المرشـح إلى الداخل، مما يخلـق أنماطًا ضوئية وظلية متغيرة علـى مدار اليوم.»

الفصل الخامس: الموجهات السياقية والبيئية

لا يوجد مبنى في فراغ. كل مشروع معماري هو جزء من سياق أوسع يشمل الموقع، المناخ، الثقافة، والبيئة. تركز الموجهات السياقية والبيئية (Contextual and Environmental Prompts) على ربط التصميم بمحيطه، مما ينتج عمارة أكثر استجابة واستدامة. يتناول هذا الفصل كيفية صياغة موجهات تدمج المشروع في سياقه الطبيعي والمبني.

5.1 تحليل الموقع والسياق العمراني

تصف هذه الموجهات الموقع الفعلي للمشروع وعلاقته بالمباني والشوارع المحيطة. يمكن تحديد نوع الموقع (حضري، ريفي، ساحلي) ووصف خصائصه.

مثال موجه: «صمم مبنى سكنيًا يقع في سياق حضري كثيف بمدينة نيويورك. يجب أن يستجيب التصميم للنسيج العمراني المحيط من خلال محاذاة خط الواجهة مع المباني المجاورة واحترام ارتفاعاتها. استخدم الطوب الأحمر كمادة أساسية للواجهة ليتناسب مع المباني التاريخية في الحي.»

5.2 التأثير المناخي والتصميم المناخي

تهـدف هـذه الموجهـات إلى تصميـم مبانٍ تسـتجيب للظـروف المناخية المحليـة. يمكن تحديـد نوع المناخ (حـار وجاف، اسـتوائي ورطـب، بـارد ومثلج) وطلـب حلول تصميميـة محددة.

مثـال موجـه: «صمـم منزلًا في منـاخ صحـراوي حـار وجـاف. يجـب أن يتـميز التصميم بكتلـة متراصة لتقليل مسـاحة السـطح المعرضة للشـمس، مـع فناء داخلـي (Courtyard) يوفر الظل ويسـاعد على تبريـد الهواء. اسـتخدم جدرانًا سـميكة مـن الطوب الـلبن (Adobe) لزيـادة العزل الحـراري، وفتحات نوافـذ صـغيرة وعميقـة لتقليل اكتسـاب الحرارة.»

5.3 دمج الطبيعة والعمارة الخضراء

تركـز هـذه الموجهـات على العلاقـة بين المـبنى والطبيعة. يمكن طلـب دمج عناصر طبيعيـة مثل الحدائق، المسـطحات المائيـة، أو الجدران الـخضراء في التصميم.

مثـال موجـه: «صمم مبنى مكاتـب يدمج الطبيعة في بيئـة العمل. يجب أن يتضمـن التصميم حديقة سـطح (Roof Garden) واسـعة يمكـن للموظـفين اسـتخدامها، بالإضافـة إلى جـدار أخضر (Green Wall) يمتـد علـى ارتفـاع الواجهـة الرئيسـية. يجـب أن تكـون هنـاك إطلالات مباشرة على المسـاحات الـخضراء من جميـع المكاتب.»

5.4 المواد المستدامة والعمارة المستدامة

تهـدف هـذه الموجهـات إلى اسـتخدام مـواد وتقنيـات بنـاء صديقـة للبيئـة. يمكن تحديـد مواد معـاد تدويرهـا، مواد محليـة، أو أنظمـة لجمـع مياه الأمطـار وتوليـد الطاقـة المتجددة.

مثـال موجـه: «صمـم مركـزًا مجتمعيًا باسـتخدام مبـادئ العمارة المسـتدامة. اسـتخدم الخشـب من مصـادر مسـتدامة (Sustainably Sourced Timber) كهيـكل إنشـائي أسـاسي. يجـب أن يتضمـن السـقف نظامًا لجمع ميـاه الأمطار (Rainwater Harvesting System) لتسـتخدم في ري الحدائق، بالإضافـة إلى ألـواح شمسـية (Solar Panels) لتوليـد 50% مـن احتياجـات المبنى مـن الكهرباء.»

5.5 التراث المحلي والهوية الثقافية

يمكـن للموجهـات أن تسـتلهم من التراث المعماري والثقـافي المحلي لإنتاج عمارة ذات هوية وأصالة. يمكن الإشـارة إلى أنمـاط بنـاء تقليدية، زخارف محلية، أو طـرق حياة ثقافية.

مثـال موجـه: «صمم فندقًا صغيرًا في مراكش يسـتلهم من العمـارة المغربية التقليديـة برؤية معاصرة. اسـتخدم عنـاصر مثل الفنـاء الداخلـي (الرياض)، أقـواس حـدوة الحصـان (Horseshoe Arches)، وبلاط الزليـج (Zellij Tiles) الملـون، ولكـن بتصميـم مبسـط وخطـوط نظيفة. حافظ على الإحسـاس بالغمـوض والخصوصيـة الموجود في المنـازل التقليدية.»

الفصل السادس: موجهات العرض والإخراج

إن كيفية عرض الفكرة المعمارية لا تقل أهمية عن الفكرة نفسها. تتحكم موجهات العرض والإخراج (Visualization and Output Prompts) في الجوانب السينمائية والتصويرية للمخرجات، مثل زاوية الكاميرا، الإضاءة، الأجواء، وأسلوب الرسم. يهدف هذا الفصل إلى تمكين المصمم من العمل كمخرج فني، حيث يقوم بتوجيه الذكاء الاصطناعي لإنتاج الصورة النهائية التي تعبر عن رؤيته بدقة.

6.1 المنظور الخارجي وزوايا التصوير

تحدد هذه الموجهات من أين وكيف يتم النظر إلى المبنى. يمكن استخدام مصطلحات التصوير الفوتوغرافي والسينمائي لوصف زاوية الكاميرا واللقطة.

نوع اللقطة	الوصف	متى تُستخدم	مثال على الموجه
لقطة واسعة (Wide Shot)	تظهر المبنى بالكامل مع سياقه المحيط.	لإظهار علاقة المبنى بالبيئة.	«لقطة واسعة تظهر ناطحة السحاب وهي ترتفع فوق أفق المدينة.»
لقطة عين الطائر (Bird`s-eye View)	لقطة جوية من الأعلى مباشرة.	لإظهار المخطط العام للموقع أو تصميم السطح.	«لقطة عين الطائر تظهر تصميم الحدائق على سطح المبنى.»
لقطة منخفضة الزاوية (Low-angle Shot)	لقطة من الأسفل إلى الأعلى.	لإضفاء إحساس بالعظمة والشموخ على المبنى.	«لقطة منخفضة الزاوية من قاعدة البرج تبرز ارتفاعه الشاهق.»
لقطة مقربة (Close-up Shot)	تركز على تفصيلة معمارية محددة.	لإظهار جودة المواد أو دقة التفاصيل.	«لقطة مقربة تظهر تفاصيل التقاء الزجاج بالحجر في الواجهة.»

6.2 المنظور الداخلي والتجربة المكانية

تركـز هـذه الموجهات على تصويـر الفراغات الداخلية. يجب تحديد موقـع الكاميرا، ارتفاعها، وزاويـة الرؤية لنقل التجربة المكانية المطلوبة.

مثـال موجـه: «منظـور داخلي مـن ارتفـاع عين الإنسـان (Eye-level View) يقـف في منتصف ردهة فندق واسـعة. يجب أن تظهر اللقطة السـقف المرتفع، الثريا الكبيرة في المنتصف، ومكتب الاسـتقبال في الخلفية. اسـتخدم عدسـة واسـعة الزاوية (Wide-angle Lens) لإظهار اتسـاع الفراغ.»

6.3 أسلوب الرسم والتمثيل

يمكـن للموجهـات أن تحـدد الأسـلوب الفني للمخرجـات، سـواء كان واقعيًا أو تخطيطيًا. يمكن الإشـارة إلى وسـائط فنيـة تقليدية أو أسـاليب رقمية.

مثـال موجـه: «منظـور معمـاري لمشروع فيلا سـكنية بأسـلوب الرسـم بالألـوان المائيـة (Watercolor Sketch). يجـب أن تكـون الخطـوط حـرة وغير دقيقـة، والألـوان شـفافة ومتداخلـة. ركـز علـى نقـل الإحسـاس العـام والمـزاج بـدلاً مـن التفاصيـل الدقيقة.»

أسلوب التمثيل	الوصف	مثال على الموجه
واقعي فوتوغرافي (Photorealistic)	يحاكي صورة فوتوغرافية حقيقية.	«منظور واقعي فوتوغرافي عالي الدقة (8K).»
رسم تخطيطي (Sketch)	يحاكي رسمًا يدويًا سريعًا.	«رسم تخطيطي بقلم الحبر الأسود على ورق أبيض.»
مخطط (Blueprint)	نمط المخططات الهندسية التقليدية.	«صورة بأسلوب المخطط الهندسي (Blueprint) باللونين الأزرق والأبيض.»
نموذج أبيض (White Model)	نموذج ثلاثي الأبعاد بدون مواد أو ألوان.	«عرض لنموذج معماري أبيض (Clay Render) يبرز الكتلة والظلال.»

6.4 النماذج المادية والرقمية

يمكـن للموجهـات أن تطلب من الـذكاء الاصطناعي توليد صور لنماذج مادية (Maquettes) للمشروع، مما يسـاعد على تصور المشر

مثـال موجـه: «صـورة لنمـوذج معمـاري مـادي (Physical Architectural Model) مصنـوع مـن الخشـب والكرتـون المقـوى. النمـوذج موضوع علـى طاولة عمل في ورشـة معمارية، مـع وجود أدوات قطـع ورسـم في الخلفيـة. الإضـاءة قادمـة من مصبـاح مكـتبي موجه علـى النموذج.»

6.5 اللقطات الجوية والتوثيق

تعتبر اللقطات الجوية، خاصة باستخدام الطائرات بدون طيار (Drones)، أداة قوية لإظهار المشروع في سياقه الأوسع. يمكن للموجهات أن تحدد ارتفاع وزاوية اللقطة الجوية.

مثال موجه: «لقطة جوية باستخدام طائرة بدون طيار (Drone Shot) من ارتفاع 100 متر، تحلق فوق موقع المشروع وتنظر إلى الأسفل بزاوية 45 درجة. يجب أن تظهر اللقطة المبنى الرئيسي، مواقف السيارات، والمناظر الطبيعية المحيطة به، بالإضافة إلى الطرق الرئيسية المؤدية إلى الموقع.»

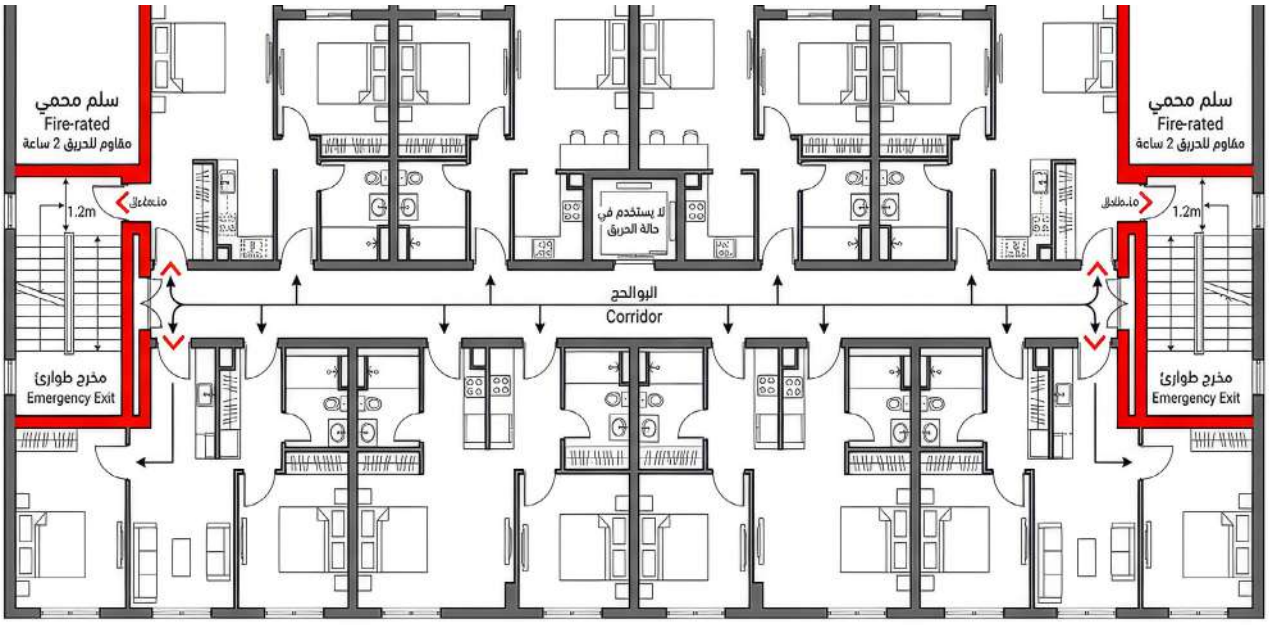
الفصل السابع: موجهات الامتثال والتحليل

تتجاوز العمارة الناجحة مجرد الجماليات والوظائف لتشمل الامتثال للمعايير الفنية والقانونية، بالإضافة إلى الأداء العالي في الجوانب الإنشائية والبيئية. يركز هذا الفصل على نوع متقدم من الموجهات التي تهدف إلى توجيه الذكاء الاصطناعي نحو توليد تصميمات ليست فقط مبتكرة، بل أيضًا قابلة للبناء، آمنة، وفعالة. تتطلب موجهات الامتثال والتحليل (Compliance and Analysis) دمج معايير تقنية محددة في العملية الإبداعية.

7.1 الامتثال للكودات والمعايير

تخضع جميع المشاريع المعمارية لمجموعة من كودات البناء (Building Codes) والمعايير التي تضمن السلامة والصحة العامة. يمكن استخدام الموجهات لتوجيه الذكاء الاصطناعي لتضمين متطلبات هذه الكودات في التصميم الأولي. يتطلب ذلك ترجمة النصوص القانونية والفنية للكود إلى تعليمات تصميمية واضحة.

من أهم الكودات التي يجب مراعاتها: كود الحريق والسلامة، كود الدفاع المدني، كود البناء الوطني، ومعايير إمكانية الوصول. يجب أن يحدد الموجه المتطلبات الرقمية الدقيقة (مثل المسافات، الأبعاد، العدد).

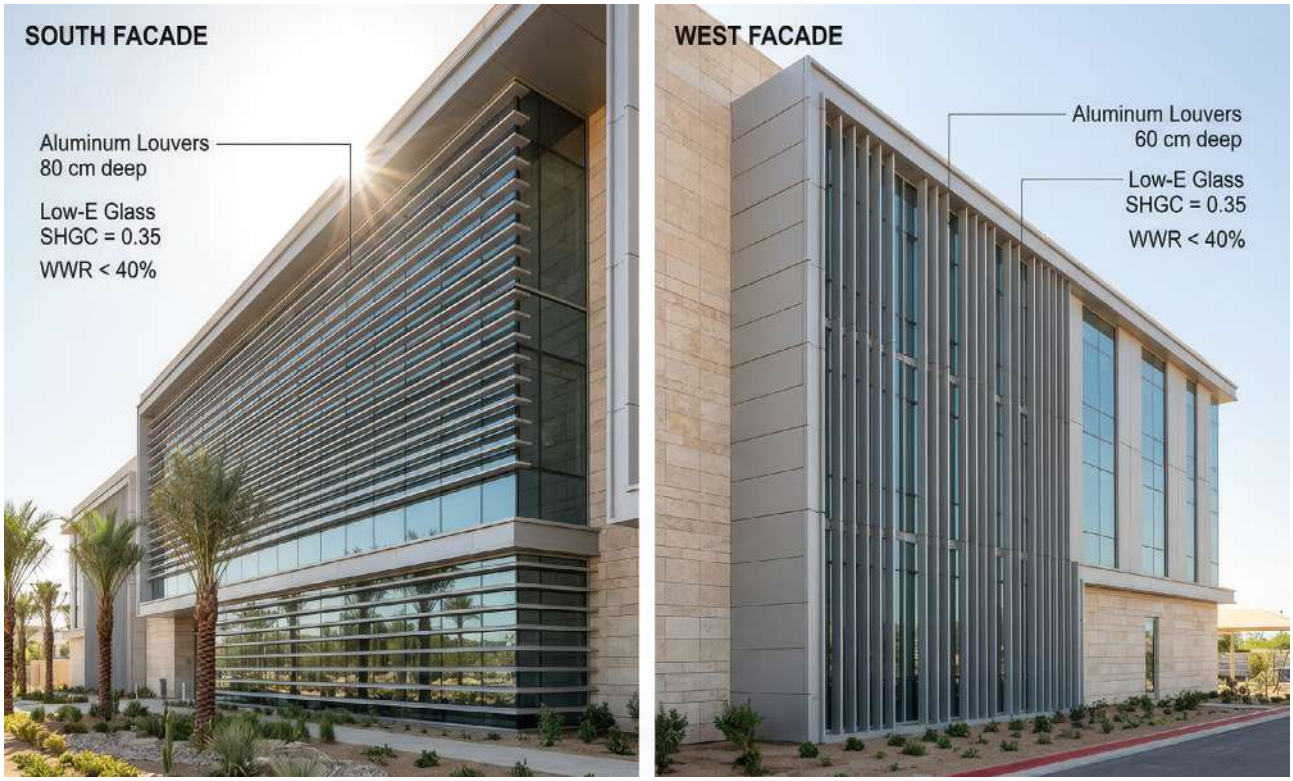


مثال موجه: «أنتج مخطط طابق لمبنى سكني من خمسة طوابق يلتزم بمتطلبات كود الحريق والسلامة بشأن مسارات ومخارج الطوارئ. يجب أن لا تزيد أطول مسافة انتقال من أي نقطة في الشقة إلى مخرج طوارئ عن 30 مترًا، وأن يتم توفير مخرجين منفصلين على الأقل لكل طابق، مع وجود سلالم طوارئ محمية من الحريق (Fire-rated Stairwells) بجدران مقاومة للحريق لمدة ساعتين. عرض السلالم لا يقل عن 1.2 متر.»

7.2 كفاءة الطاقة والأداء البيئي

تركـز هـذه الموجهـات على تحـسين الأداء البيئي للمـبنى. يمكن أن تتضمن معـايير محددة تتعلق بكفـاءة الطاقة، مثل نسـبة الفتحـات إلى الجـدران (Window-to-Wall Ratio - WWR)، أو اسـتخدام أنظمة تظليـل معينة. الهدف هو توجيـه التصميم نحو تحقيـق أهداف الاسـتدامة منذ البداية.

تشـمل المعـايير الشـائعة لكفـاءة الطاقـة: نسـبة الفتحـات إلى الجـدران، معامـل انتقـال الحـرارة للجدران والأسـقف (U-value)، معامـل كسـب الحـرارة الشمسـية للزجـاج (SHGC)، ومعـدل تسرب الهـواء.



مثـال موجـه: «عـدّل تصميـم الواجهـة الزجاجية لمـبنى مكاتـب لضمان أن نسـبة الفتحـات إلى الجدار (WWR) لا تتجـاوز 40% علـى الواجهـتين الجنوبيـة والغربيـة لتقليل اكتسـاب الحرارة في المنـاخ الحار. ادمج كاسرات شـمس أفقية (Horizontal Louvers) بعمق 80 سـم على الواجهة الجنوبية وكاسرات عموديـة بعمـق 60 سـم علـى الواجهـة الغربيـة لتحـسين كفـاءة التظليل. اسـتخدم زجاجًـا منخفض الانبعاثيـة (Low-E Glass) بمعامـل SHGC لا يتجـاوز 0.35.»

7.3 إمكانية الوصول والتصميم الشامل

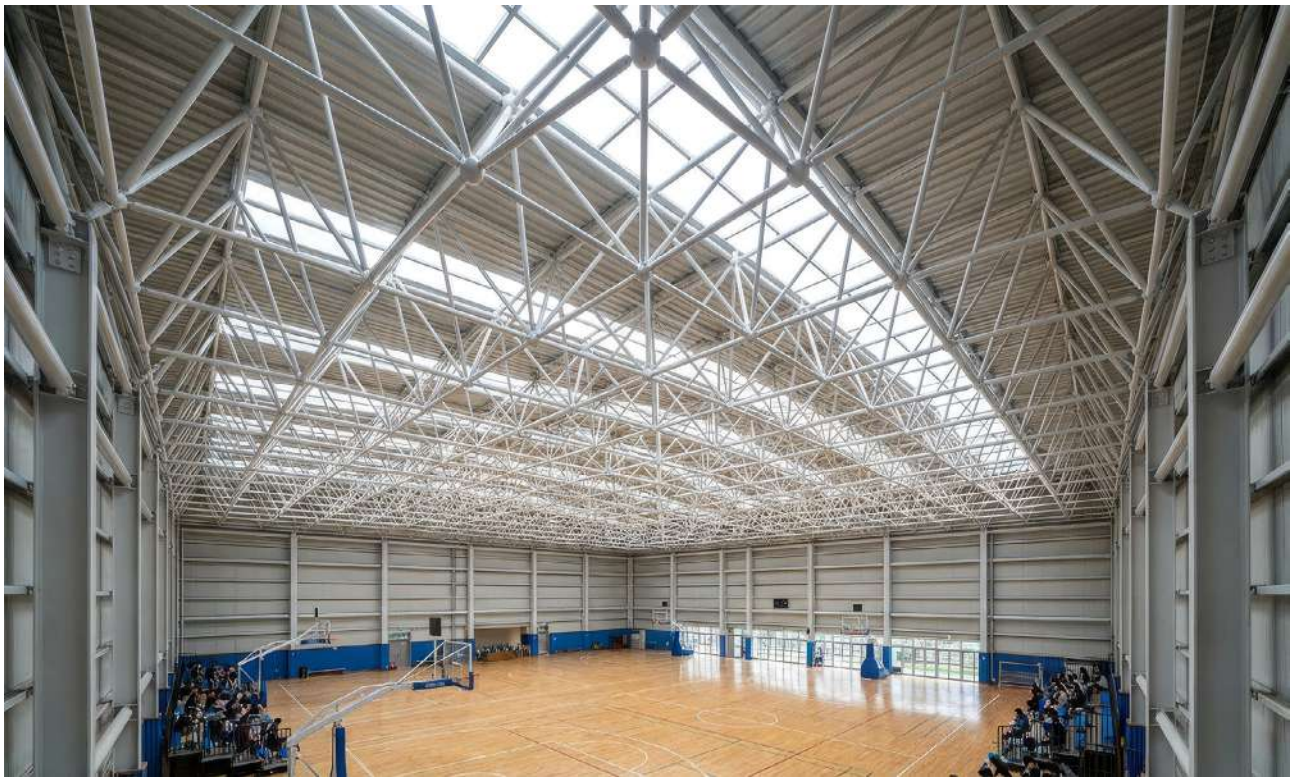
يضمن التصميم الشامل (Universal Design) أن تكون المباني قابلة للاستخدام من قبل الجميع، بغض النظر عن قدراتهم البدنية. يمكن للموجهات أن تدمج متطلبات إمكانية الوصول (Accessibility) في صميم الحل التصميمي.

مثال على الموجه	كيفية الترجمة في الموجه	المعايير الفنية	متطلب الوصول
«صمم مسار وصول **خالٍ من العوائق** من الرصيف العام إلى المدخل الرئيسي للمبنى، باستخدام منحدر (Ramp) لا يتجاوز ميله **1:12** (8.33%)، مع توفير بسطات استراحة أفقية بطول 1.5 متر كل 9 أمتار من الارتفاع.»	تحديد مسارات ومنحدرات بميول وأبعاد محددة	ميل المنحدر، العرض، البسطات	**المسارات الخالية من العوائق**
«صمم دورة مياه عامة تفي بمتطلبات الوصول الشامل، مع دائرة دوران حرة بقطر **1.5 متر** لمستخدمي الكراسي المتحركة، ومقابض دعم حول المراحاض والحوض على ارتفاع 85 سم من الأرض.»	تحديد أبعاد ومواصفات دورات المياه	الأبعاد، المقابض، الارتفاعات	**دورات المياه المجهزة**
«مصعد بأبعاد داخلية لا تقل عن **1.4 × 1.1 متر**، مع أزرار تحكم على ارتفاع 90-120 سم، وإشارات صوتية وبصرية لكل طابق.»	تحديد مواصفات المصاعد	الأبعاد الداخلية، الأزرار، الإشارات	**المصاعد**

7.4 التحليل الإنشائي والأداء الإنشائي

بينما لا يمكن للذكاء الاصطناعي التوليدي إجراء حسابات إنشائية دقيقة، يمكنه توليد أشكال وهياكل تستجيب للمبادئ الإنشائية الأساسية. يمكن للموجهات أن تقترح أنظمة إنشائية معينة وتطلب من النموذج تصورها بشكل منطقي.

يجب أن تأخذ الموجهات في الاعتبار نوع الحمولات (حية، ميتة، رياح، زلازل)، نوع النظام الإنشائي (هيكلي، جدران حاملة، معلق)، والمواد الإنشائية المستخدمة.



مثال موجه: «صمم سقفًا خفيف الوزن (Lightweight Roof) يغطي قاعة رياضية بأبعاد 30 × 50 مترًا بدون أعمدة داخلية لتحقيق فضاء مفتوح تمامًا. استخدم نظام الجمالونات الفولاذية ثلاثية الأبعاد (3D Steel Space Trusses) بعمق 2.5 متر كهيكل أساسي، وأظهر كيفية توزيع الأحمال على الأعمدة الطرفية الموضوعة على محيط القاعة فقط. يجب أن يكون النظام الإنشائي ظاهرًا ويشكل جزءًا من الهوية الجمالية للفضاء.»

7.5 التهوية والإضاءة الطبيعية

تعتبر التهوية والإضاءة الطبيعية من العوامل الحاسمة في تحقيق بيئة داخلية صحية ومريحة. يمكن للموجهات أن تطلب من الذكاء الاصطناعي تحسين تصميم المبنى لتحقيق هذه الأهداف، بناءً على مبادئ التصميم البيئي.

تتطلب الإضاءة الطبيعية الفعالة توزيعًا جيدًا للنوافذ، استخدام الرفوف الضوئية (Lightshelves)، والنوافذ العلوية (Clerestory Windows). تتطلب التهوية الطبيعية فتحات متقابلة، فراغات عمودية لتأثير المدخنة، ومراعاة اتجاه الرياح السائدة.

مثال موجه: «أعد ترتيب وتصميم النوافذ في الواجهة الجنوبية لغرفة دراسية بأبعاد 8 × 10 أمتار لتحقيق إضاءة طبيعية كافية وموزعة بانتظام (لا تقل عن 300 لوكس) في جميع أنحاء الفراغ، مع تجنب الوهج (Glare) المباشر على الطلاب وزيادة الاكتساب الحراري. استخدم نوافذ علوية (Clerestory Windows) على ارتفاع 3 أمتار مع رفوف ضوئية (Lightshelves) بيضاء اللون لتوجيه الضوء إلى عمق الغرفة. النوافذ السفلية تكون أصغر حجمًا ومزودة بكاسرات شمس خارجية.»

يمثـل اسـتخدام هذه الموجهـات التحليلية نقلة نوعية في دور المعمـاري، حيث يصبح قادرًا على دمـج الاعتبارات التقنية في مرحلـة مبكـرة جـدًا من التصميـم، مما يقلل من الحاجـة إلى تعديلات مكلفـة في المراحل اللاحقة ويـؤدي إلى عمارة أكثر تكاملاً ومسؤولية.

الفصل الثامن: صياغة الموجه المتكامل ودراسات الحالة

تكمن القوة الحقيقية للذكاء الاصطناعي التوليدي في قدرته على فهم ومعالجة التعليمات المعقدة التي تدمج عناصر من مختلف الفئات التي ناقشناها. فالمشروع المعماري ليس مجرد فكرة مفهومية، أو وظيفة، أو شكل، بل هو توليفة متكاملة من كل هذه الجوانب. يهدف هذا الفصل إلى شرح منهجية صياغة **الموجه المتكامل (Integrated Prompt)**، وهو موجه شامل يجمع بين المتطلبات المفهومية، الوظيفية، الجمالية، السياقية، والتقنية في طلب واحد دقيق.

8.1 منهجية دمج الموجهات

تعتمد منهجية الدمج على بناء الموجه بشكل طبقي (Layered)، بدءًا من الفكرة الأساسية وصولًا إلى أدق التفاصيل. يمكن اتباع التسلسل الهرمي التالي عند صياغة الموجه المتكامل:

أولاً: الفكرة الأساسية (المفهومية). ابدأ بالجوهر الفكري أو الشعوري للمشروع. ما هي الرسالة أو الفكرة التي يجب أن يعبر عنها التصميم؟

ثانيًا: الوظيفة والبرنامج (الوظيفية). حدد الاستخدام الرئيسي والعلاقات المكانية الأساسية. كيف سيعمل المبنى وما هي احتياجات المستخدمين؟

ثالثًا: الشكل والأسلوب (الجمالية). صف الطراز المعماري، المواد، الألوان، والملمس. كيف يجب أن يبدو المبنى؟

رابعًا: السياق والموقع (السياقية). ادمج المشروع في بيئته المحيطة. كيف يتفاعل المبنى مع موقعه والمناخ والتراث المحلي؟

خامسًا: الإخراج والتصوير (الإخراجية). حدد زاوية الكاميرا، الإضاءة، الوقت من اليوم، والأسلوب البصري النهائي. كيف يجب أن تُعرض الفكرة؟

سادسًا: القيود التقنية (الامتثال). أضف أي معايير أو قيود فنية ضرورية. ما هي المتطلبات القانونية والتقنية التي يجب مراعاتها؟

إن الجمع بين هذه العناصر في فقرة واحدة متماسكة هو ما يميز الموجه الاحترافي عن الطلب العادي.

8.2 دراسات حالة متكاملة

توضح دراسات الحالة التالية كيفية تطبيق منهجية الدمج على مشاريع مختلفة.

دراسة حالة 1: فيلا سكنية ساحلية

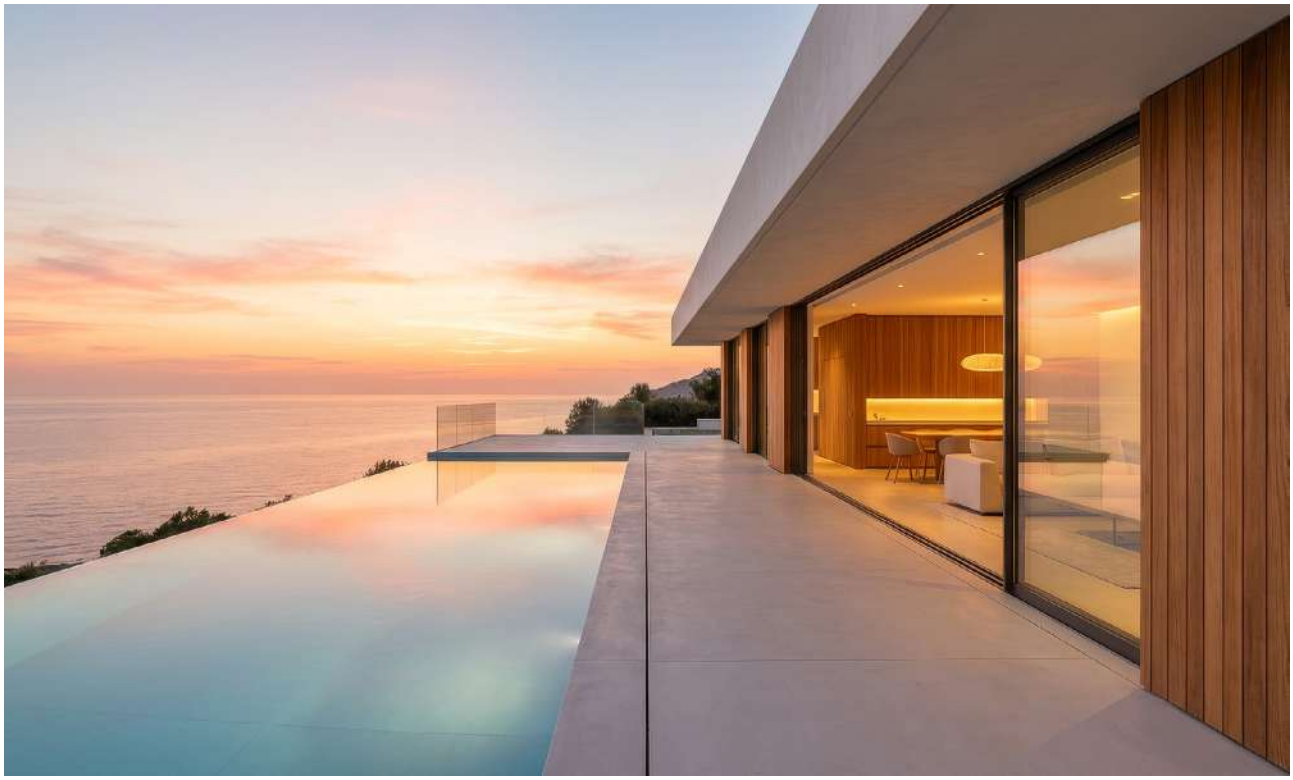
السياق: تصميم فيلا فاخرة على ساحل البحر الأبيض المتوسط تجمع بين الحداثة والدفء، مع التركيز على الاتصال بالطبيعة والاستفادة من المناظر البحرية.

بناء الموجه المتكامل:

- **المفهوم:** «الانفتاح المحمي» - تحقيق التوازن بين الانفتاح على المناظر الطبيعية والحماية من العوامل المناخية.
- **الوظيفة:** فيلا سكنية، مسار حركة سلس بين الفراغات الداخلية والخارجية، مسبح لا متناهي يمتد نحو الأفق.
- **الجماليات:** أسلوب حداثي معاصر، خرسانة بيضاء ناعمة، خشب دافئ (خشب التيك)، جدران زجاجية ضخمة قابلة للسحب.
- **السياق:** تقع على ساحل البحر، الواجهة الجنوبية توفر تظليلًا ذاتيًا من شمس الظهيرة الحارة.
- **الإخراج:** منظور معماري فوتوغرافي، المشهد عند الغروب (الساعة 6 مساءً)، إضاءة داخلية دافئة (2700K)، انعكاسات السماء البرتقالية على سطح الماء، جودة عالية الدقة (Hyper-realistic)، بأسلوب المصور المعماري Iwan Baan.

- **الامتثال:** مراعاة متطلبات العزل الحراري والمقاومة للرطوبة في المناخ الساحلي.

الموجه النهائي المتكامل:



«منظور معماري فوتوغرافي لفيلا سكنية فاخرة على ساحل البحر الأبيض المتوسط، مصممة بأسلوب حداثي معاصر لتعكس مفهوم ‹الانفتاح المحمي›. استخدم الخرسانة البيضاء الناعمة والخشب الدافئ (خشب التيك الطبيعي) مع جدران زجاجية ضخمة قابلة للسحب (نظام Sliding Glass Doors) لتحقيق الاتصال البصري والمادي مع البحر. يجب أن يظهر التصميم مسار حركة سلس وطبيعي بين غرفة المعيشة الرئيسية والتراس الخارجي الذي يحتوي على مسبح لا متناهي (Infinity Pool) يمتد نحو الأفق البحري. الواجهة الجنوبية توفر تظليلًا ذاتياً من خلال امتداد البلاطة الخرسانية بمقدار 2 متر لحماية المبنى من شمس الظهيرة الحارة. المشهد في وقت الغروب (الساعة 6 مساءً)، مع إضاءة داخلية دافئة (2700K) تنبعث من الداخل وانعكاسات السماء البرتقالية والوردية على سطح الماء الساكن للمسبح. جودة الصورة عالية الدقة (Hyper-realistic, 8K)، بأسلوب تصوير استوديو Iwan Baan مع عمق مجال متوسط.»

دراسة حالة 2: مركز ثقافي في حي تاريخي

السـياق: تصميـم مركـز ثقافي مجتمعي معـاصر في حي تاريخي بمدينـة عربية قديمة، يحترم السـياق التراثي مع تقديم رؤية معاصرة.

بناء الموجه المتكامل:

- **المفهوم:** «الحصن المفتوح» - يجمع بين الصلابة والحماية (كالحصن التقليدي) والانفتاح على المجتمع.
- **الوظيفة:** مركز ثقافي مجتمعي، فناء داخلي مركزي يعمل كنقطة التقاء وساحة فعاليات.
- **الجماليـات:** واجهـة مـن الحجـر الرملـي المحلـي بتشـطيب حديـث، فتحـات عموديـة ضيقـة تذكـر بالمشربيـات التقليديـة.
- **السياق:** يقع في حي تاريخي، يحترم النسيج العمراني القائم من حيث الارتفاع والمواد.
- **الإخراج:** لقطة جوية (Drone Shot)، مشهد في وضح النهار، ظلال قوية تبرز تفاصيل الواجهة.
- **الامتثال:** مراعاة متطلبات الحفاظ على التراث والقيود على الارتفاعات في المناطق التاريخية.

الموجه النهائي المتكامل:

«لقطة جوية (Drone Shot) بارتفاع 40 مترًا لمركز ثقافي مجتمعي يقع في حي تاريخي بمدينة حلب القديمة. التصميم مستوحى من فكرة ‹الحصن المفتوح›، حيث يجمع بين الحداثة المعمارية واحترام السياق التراثي المحيط. الواجهة مصنوعة من الحجر الرملي الأصفر المحلي بتشطيب حديث ناعم، وتتضمن فتحات عمودية ضيقة (30 سم عرض × 3 أمتار ارتفاع) مستوحاة من المشربيات التقليدية، تسمح بدخول الضوء الطبيعي مع الحفاظ على الإحساس بالصلابة والخصوصية. يظهر المخطط فناءً داخلياً مركزياً مفتوحًا على السماء يعمل كنقطة التقاء مجتمعية وساحة للفعاليات الثقافية. ارتفاع المبنى لا يتجاوز أربعة طوابق لاحترام ارتفاعات المباني التاريخية المجاورة. المشهد في وضح النهار (الساعة 12 ظهرًا)، مع ظلال قوية وواضحة تبرز عمق وتفاصيل الفتحات والملمس الحجري للواجهة. أسلوب تصوير معماري توثيقي احترافي.»

8.3 تحليل النتائج ومقارنة الأداء

تظهـر النتائـج مـن الموجهـات المتكاملـة أنهـا تنتـج صـورًا أكثر ثراءً، تماسـكًا، ودقـة من الموجهـات البسـيطة. فبدلاً من الحصـول علـى صـورة عامـة لـ «فيلا علـى البحر»، نحصل علـى تصور دقيـق لمشروع لـه هوية وفلسـفة واضحة، مع مراعاة جميـع الجوانـب التصميمية.

كلمـا زادت دقـة الموجـه وتكاملـه، قل هامش التفسير العشـوائي مـن قبل الـذكاء الاصطناعي، واقتربـت النتيجة من رؤيـة المعمـاري الأصلية. يمكـن قياس جودة الموجـه من خلال:

- **الدقة (Precision):** مدى مطابقة النتيجة للمواصفات المطلوبة.
- **التماسك (Coherence):** مدى انسجام العناصر المختلفة في التصميم.
- **الأصالة (Originality):** مدى ابتكار الحل وعدم تكراره لأنماط شائعة.
- **القابلية للتنفيذ (Feasibility):** مدى إمكانية بناء التصميم في الواقع.

8.4 التحسين التكراري المتقدم وتحليل الأخطاء

نـادراً مـا ينتـج الموجـه الأول النتيجة المثاليـة. إن العمليـة التصميمية بطبيعتها تكراريـة، وهذا ينطبق تمامًـا على الحوار مـع الـذكاء الاصطناعـي. لا ينبغـي النظر إلى الموجهـات كتعليمات تُعطى مرة واحـدة، بل كبداية لحوار إبداعي مسـتمر. يركز هذا القسـم على التقنيات المتقدمة لتحسين المخرجات بشـكل تكراري وتصحيح الأخطاء الشـائعة بشكل منهجي.

منهجية التحسين بالإخراج الصفري (Zero-Shot Refinement)

تعـتبر تقنيـة «التعديل على المخرجـات» (Prompt-on-Output) أو ما يعرف بالتحـسين بالإخراج الصفري، من أقوى أدوات التكـرار. بـدلاً مـن البـدء مـن الصفر في كل مـرة، يمكن للمعمـاري أن يأخذ صورة تـم توليدهـا بالفعل ويطلب مـن الـذكاء الاصطناعي إجـراء تعديلات محددة عليها. هذا يوفر الوقت ويسـمح بتحسـينات دقيقـة ومتدرجة.

مثال عملي:

1. **الموجه الأولي:** «منظور لغرفة معيشة بأسلوب معاصر، مع أريكة رمادية وجدار خرساني.»
2. **النتيجة الأولية:** صورة جيدة ولكنها تفتقر إلى الحيوية.
3. **موجه التعديل (Prompt-on-Output):** «باستخدام الصورة السابقة، **أضف نافذة كبيرة على الجدار الأيسر تطل على حديقة خضراء. اجعل الإضاءة طبيعية وناعمة قادمة من النافذة. أضف بعض النباتات الداخلية الكبيرة في الزاوية اليمنى.**»
4. **النتيجة المحسنة:** نفس التكوين الأساسي ولكن مع إضافة العناصر المطلوبة وتحسين الإضاءة، مما يخلق صورة أكثر ثراءً وواقعية.

تسمح هذه التقنية للمعماري بالعمل كفنان رقمي، حيث يقوم بإضافة طبقات من التفاصيل والتعديلات تدريجيًا حتى يصل إلى الرؤية النهائية المطلوبة.

تحليل فشل الموجهات: دراسات حالة

إن فهم سبب فشل موجه معين لا يقل أهمية عن معرفة كيفية كتابة موجه ناجح. بدلاً من مجرد وصف الأخطاء، دعنا نحلل بعض الحالات المحددة.

دراسة حالة: تعارض الأسلوب مع المواد

- **الموجه الفاشل:** «تصميم داخلي لمقهى بأسلوب **آرت ديكو (Art Deco)**، مع استخدام **مواد خشبية دافئة** وأجواء مريحة.»
- **لماذا فشل؟** هناك تعارض متأصل بين الخصائص الجوهرية لأسلوب الآرت ديكو والوصف المطلوب. الآرت ديكو الكلاسيكي يعتمد على التباين العالي، الأشكال الهندسية الصارمة، المواد الفاخرة والباردة (مثل المعادن المصقولة، الزجاج، الخشب الداكن شديد اللمعان). أما «المواد الخشبية الدافئة» و«الأجواء المريحة» فترتبط بأساليب أخرى مثل الطراز الريفي (Rustic) أو الاسكندنافي (Scandinavian).
- **النتيجة المحتملة:** صور مشوشة تحاول دمج عناصر متناقضة، أو تتجاهل أحد جوانب الموجه تمامًا.

- **إعادة الصياغة الناجحة:** يجب على المعماري أن يقرر أي جانب هو الأهم وأن يكون أكثر تحديدًا.

◊ **خيار 1 (التركيز على الآرت ديكو):** «تصميم داخلي لقهى بأسلوب **آرت ديكو معاصر**. استخدم أخشاب الأبنوس الداكنة شديدة اللمعان مع تطعيمات من النحاس المصقول. حافظ على الأنماط الهندسية المميزة للآرت ديكو في تصميم الأرضيات والأثاث.»

◊ **خيار 2 (التركيز على الأجواء الدافئة):** «تصميم داخلي لقهى بأسلوب **حديث دافئ (Warm Modernism)**. استخدم ألواح خشب الجوز الدافئ على الجدران مع أثاث مريح ومنحني. أضف لمسات معدنية نحاسية خفيفة مستوحاة من بساطة الآرت ديكو.»

استراتيجيات التكرار المتقدمة

يمكن تنظيم عملية التحسين التكراري من خلال عدة استراتيجيات:

استراتيجية التكرار	الوصف	متى تُستخدم
التكرار المتدرج (Incremental)	إضافة أو تعديل عنصر واحد في كل مرة.	عندما تكون النتيجة الأولية قريبة من الهدف وتحتاج إلى تحسينات دقيقة.
التكرار المتفرع (Branching)	أخذ نتيجة واحدة وتوليد عدة بدائل منها باستكشاف خيارات مختلفة.	في المراحل المبكرة لاستكشاف اتجاهات تصميمية متعددة من نفس الفكرة الأساسية.
التكرار بالمقارنة (Comparative)	إنشاء عدة موجهات مختلفة تمامًا لنفس الهدف ومقارنة النتائج.	عندما تكون الرؤية الأولية غير واضحة وتحتاج إلى استكشاف واسع للخيارات الممكنة.

إن إتقان فن صياغة الموجه التكامل هو مهارة أساسية للمعماري المعاصر، تمكنه من قيادة الحوار الإبداعي مع الذكاء الاصطناعي وتحقيق نتائج تصميمية لم تكن ممكنة في السابق.

من خلال الممارسة والتجربة، يمكن تحديد مجموعة من الأخطاء الشائعة التي يقع فيها المستخدمون عند صياغة الموجهات:

الخطأ الأول: التعميم المفرط. تجنب المصطلحات الغامضة مثل «جميل»، «حديث»، أو «مبتكر» دون تحديد.

بـدلاً مـن ذلك، حـدد ما الذي يجعل التصميم جميلاً أو حديثًا (مثل اسـتخدام مواد معينة، خطوط نظيفة، أو نسـب محددة).

الخطـأ الثـاني: التعليمـات المتناقضـة. لا تطلـب «مبنى زجاجيًـا بالكامل» ثـم تطلب «أقصى درجـات الخصوصية» دون تقديـم حـل. بـدلاً مـن ذلـك، اطلـب حلـولًا تحقـق التـوازن، مثـل «مـبنى زجاجـي يسـتخدم زجاجًا ذكيًـا قابل للتعتيـم (Smart Glass) أو طبقـات مـن المشربيـات لتحقيـق الخصوصيـة عنـد الحاجة».

الخطـأ الثالـث: إهمال السـياق والإخـراج. غالبًا ما يركز المسـتخدمون على التصميم نفسـه وينسـون تحديد البيئة المحيطـة أو أسـلوب العـرض. إن إضافـة تفاصيـل مثـل «في طقـس ضبـابي»، «عند شروق الشـمس»، أو «بأسـلوب الرسـم بالألـوان المائيـة» يمكن أن تـغير النتيجة بشـكل جذري وتضيـف بعدًا فنيًـا للمخرجات.

الخطـأ الرابـع: الإفـراط في التفاصيل في المراحل الأوليـة. في مراحل العصف الذهني والاستكشـاف الأولي، قد يكون مـن الأفضل ترك بعض المسـاحة للاستكشـاف من قبل الذكاء الاصطناعي. يمكن أن يـؤدي الإفراط في تقييد النموذج إلى نتائـج متوقعـة ولكنهـا غير مبتكرة. احتفظ بالتفاصيل الدقيقة للمراحـل المتقدمة من التصميم.

الخطـأ الخامـس: عـدم التكـرار والتحسين. نـادرًا ما ينتـج الموجـه الأول النتيجة المثاليـة. يجب التعامـل مع صياغة الموجهـات كعمليـة تكراريـة (Iterative Process)، حيـث يتـم تحليل النتائج، تحديـد نقاط الضعـف، وتعديل الموجه تدريجيًـا للوصول إلى المخرجـات المطلوبة.

إن إتقـان فـن صياغـة الموجـه المتكامـل هـو مهارة أساسـية للمعمـاري المعـاصر، تمكنه من قيـادة الحـوار الإبداعي مع الـذكاء الاصطناعـي وتحقيـق نتائـج تصميميـة لم تكن ممكنة في السـابق.

الفصل التاسع: التكامل مع الأدوات التقنية والبيئات الرقمية

تتجاوز الإمكانات الحقيقية للذكاء الاصطناعي التوليدي مجرد إنتاج صور جمالية ثابتة. تكمن القوة التحويلية لهذه التقنية في قدرتها على توليد **نماذج بيانات (Data Models)** غنية بالمعلومات، يمكن دمجها مباشرة في سير العمل الرقمي المتقدم الذي يعتمد عليه المعماريون اليوم. لم يعد الموجه مجرد أداة لإنتاج الصور، بل أصبح جسرًا يربط بين الفكرة الإبداعية المجردة والبيئات التقنية الدقيقة مثل نمذجة معلومات البناء (BIM)، نظم المعلومات الجغرافية (GIS)، والتصميم البارامتري. يغوص هذا الفصل في كيفية صياغة موجهات متقدمة لا تصف الشكل فحسب، بل تحدد **البيانات والسلوك**، مما يمهد الطريق لعمارة أكثر ذكاءً وتكاملاً.

9.1 من الصورة إلى البيانات: ربط الموجهات بنمذجة معلومات البناء (BIM)

إن الانتقال من صورة ثنائية الأبعاد إلى نموذج BIM ثلاثي الأبعاد غني بالمعلومات هو التحدي الرئيسي في تبني الذكاء الاصطناعي في الممارسة المعمارية. يمكن للموجهات المتقدمة أن تبدأ في سد هذه الفجوة من خلال تضمين معلمات خاصة بـ BIM.

مستوى التفاصيل (Level of Detail - LOD):

يعد تحديد مستوى التفاصيل (LOD) في الموجه خطوة حاسمة. فهو يخبر الذكاء الاصطناعي بمدى الدقة الهندسية والمعلوماتية المطلوبة في المخرجات. بدلاً من طلب «مخطط طابق»، يمكن للمعماري تحديد مستوى التفاصيل المطلوب، مما يوجه النموذج لتوليد مخرجات تتناسب مع مرحلة المشروع.

OFFICE FLOOR PLAN - 200 SQM - LOD 200
GENERIC MODELS - IFC4 COMPLIANT

مثال موجه متقدم: «أنتج مخطط طابق لمكتب بمساحة 200 متر مربع بمستوى تفاصيل LOD 200. يجب أن يظهر النموذج الجدران الرئيسية، الأبواب، النوافذ، والأثاث ككتل هندسية عامة (Generic Models). لا تقم بتضمين تفاصيل المواد أو التشطيبات. يجب أن يكون النموذج متوافقًا مع معيار IFC4 لتسهيل التصدير إلى برامج BIM مثل Revit أو ArchiCAD.»

التوافق مع معيار IFC (Industry Foundation Classes):

إن الإشارة إلى معيار IFC في الموجه تضمن أن النموذج الناتج يتبع هيكل بيانات قياسي، مما يسهل تبادل المعلومات بين مختلف البرامج. هذا يحول المخرجات من مجرد شكل هندسي إلى كائن بيانات ذكي.

9.2 دمج البيانات الجغرافية (GIS) في الموجهات

يمكـن للموجهـات أن تتجـاوز وصف الموقع بشـكل عام لتشـمل بيانات جغرافيـة دقيقة، مما يربـط التصميم مباشرة بسـياقه المكاني الحقيقي.

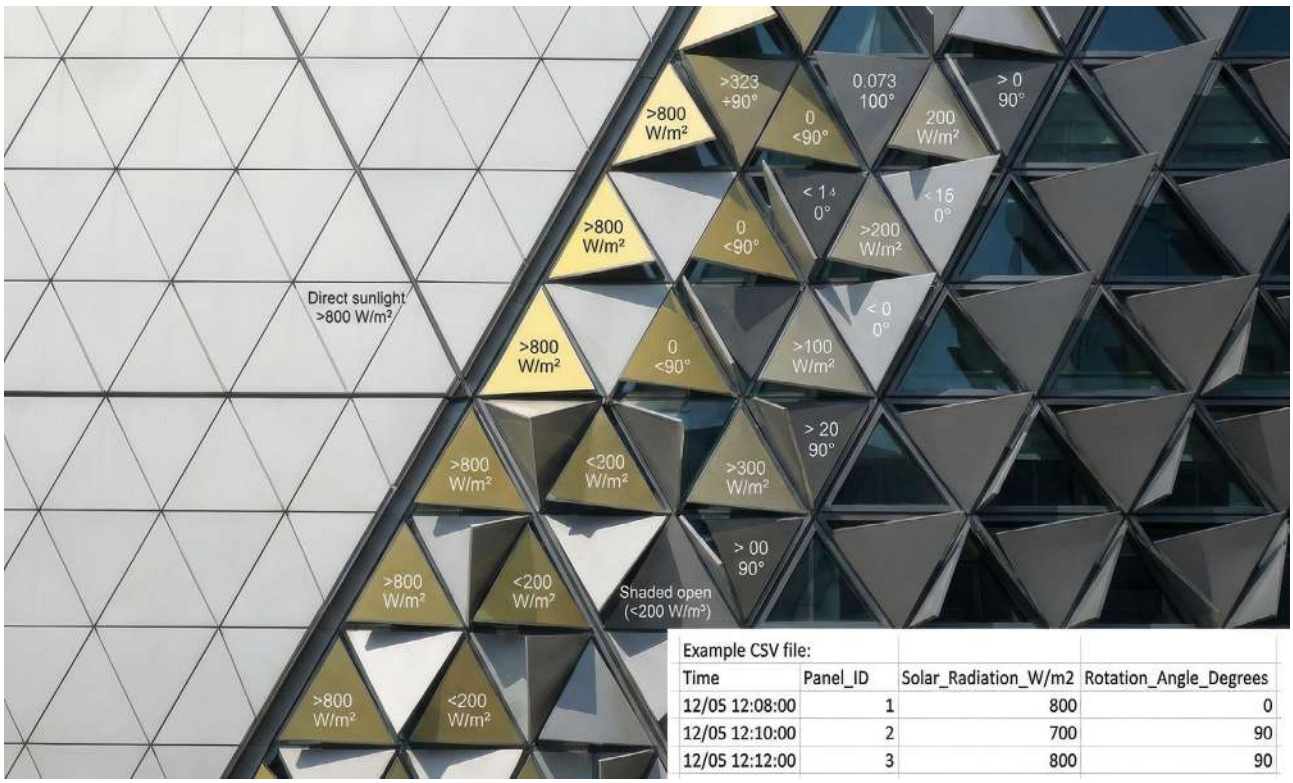
مثـال موجه: «صمم مبنى متعدد الاسـتخدامات يقـع عند إحداثيات 31.2001° شـمالاً، 29.9187° شرقاً (الإسكندرية، مصر). استخدم بيانات طبوغرافية من (Shuttle Radar Topography Mission (SRTM لتشـكيل المـبنى بحيـث يسـتجيب لانحـدار الموقـع الطبيعـي. يجـب أن يدمج التصميـم تحليلاً لمسـار الشـمس في هذا الموقع الجغـرافي لتحسين توجيـه الفتحات وتصميم أنظمـة التظليل.»

9.3 التصميم البارامتري: ترجمة الموجهات إلى معلمات Grasshopper

يمكـن للموجهـات أن تعمل كواجهة لغة طبيعية لأنظمة التصميم البارامتري مثـل Grasshopper. بدلاً من التعامل مـع العقد والأسلاك المعقدة، يمكن للمعماري وصف السـلوك البارامتري المطلوب نصيًا.

جدول ترجمة الموجهات إلى معلمات بارامترية:

الموجه النصي (Natural Language Prompt)	المعلمة في Grasshopper (Parameter)	نوع البيانات (Data Type)	مثال على القيمة
«واجهة بنسبة فتحات إلى جدار لا تتجاوز 40%»	Window-to-Wall Ratio (WWR)	Number Slider (0.0 to 1.0)	0.40
«جدران خارجية بمعامل انتقال حراري U-value لا يزيد عن 0.25»	U-value	Number Slider	0.25
«كاسرات شمس أفقية بعمق 80 سم»	Louver Depth	Number Slider (in meters)	0.8
«منحدر وصول بميل لا يتجاوز 1:12»	Ramp Slope	Number (Ratio)	or 0.0833 12/1
«نمط الواجهة يتغير بناءً على شدة الإضاءة الشمسية»	Solar Radiation Analysis	Data Tree (from Ladybug)	(Input Data)



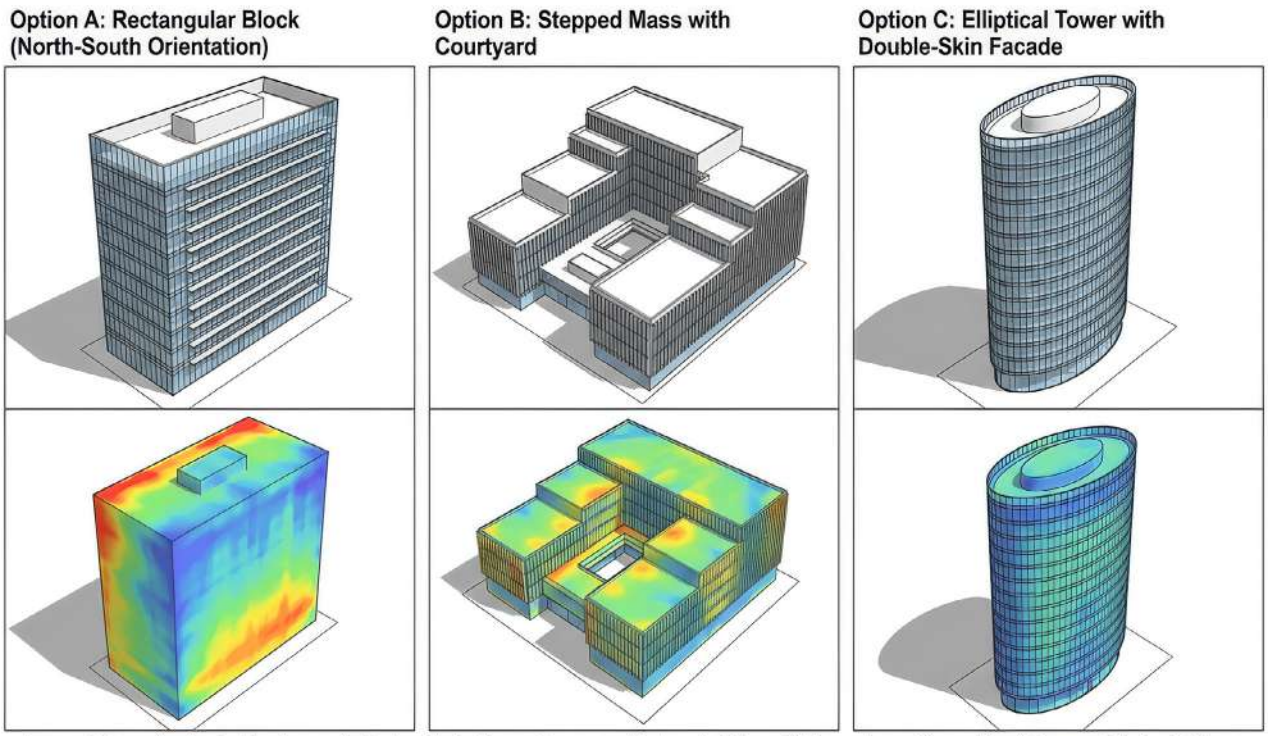
Example CSV file:

Time	Panel_ID	Solar_Radiation_W/m2	Rotation_Angle_Degrees
12/05 12:08:00	1	800	0
12/05 12:10:00	2	700	90
12/05 12:12:00	3	800	90

مثال موجه بارامتري: «صمم واجهة ديناميكية (Kinetic Facade) تستجيب للبيانات الشمسية. استخدم لوحة (Panel) ثلاثية الشكل تتغير زاوية دورانها بناءً على متغير الإشعاع الشمسي (Solar Radiation input). يجب أن تكون اللوحات مغلقة تمامًا عندما يتجاوز الإشعاع 800 واط/م² ومفتوحة تمامًا عندما يكون أقل من 200 واط/م². قم بتوليد ملف إدخال CSV يحتوي على قيم الدوران لكل لوحة على مدار اليوم.»

9.4 منصات التصميم التوليدي (Autodesk Forma)

تدمج منصات مثل Autodesk Forma التحليل البيئي مباشرة في عملية التصميم. يمكن للموجهات أن تستهدف هذه القدرات التحليلية بشكل مباشر.



Annual Glare Analysis (Heatmaps): Red = High Glare, Orange = Moderate Glare, Yellow = Low Glare, Blue/Green = Minimal Glare.

مثال موجه لمنصة Forma: «قم بتوليد ثلاثة خيارات لكتلة مبنى مكاتب على قطعة أرض محددة، مع تحسين كل خيار لتحقيق أفضل أداء للإضاءة الطبيعية (Daylight Autonomy). قارن بين الخيارات الثلاثة باستخدام تحليل الوهج السنوي (Annual Glare Analysis) وقدم النتائج في شكل خريطة حرارية (Heatmap) لكل خيار.»

من خلال هذه المنهجيات المتقدمة، يتطور دور المعماري من مجرد «مصمم أشكال» إلى «مهندس أنظمة»، حيث يقوم بصياغة القواعد والبيانات التي تحكم عملية التصميم، مما يفتح آفاقًا جديدة للكفاءة، الدقة، والإبداع في العمارة الرقمية.

الفصل العاشر: الاعتبارات الأخلاقية والملكية الفكرية

مع تسارع تبني الذكاء الاصطناعي التوليدي في الممارسة المعمارية، تبرز أسئلة حاسمة ومعقدة تتجاوز الجوانب التقنية والإبداعية. إن سهولة توليد تصميمات متطورة تفرض علينا التوقف والتفكير في التبعات الأخلاقية والقانونية لهذا التحول. يهدف هذا الفصل إلى استكشاف هذه القضايا الشائكة، وتقديم إطار للتفكير النقدي والممارسة المسؤولة في عصر العمارة المعززة بالذكاء الاصطناعي. لا يقدم هذا الفصل إجابات نهائية، بل يطرح الأسئلة الصحيحة ويقترح مبادئ توجيهية للتنقل في هذا المشهد الجديد.

10.1 الملكية الفكرية للمخرجات التوليدية

ربما تكون مسألة الملكية الفكرية (Intellectual Property) هي الأكثر إلحاحًا. عندما يقوم المعماري بصياغة موجه وينتج الذكاء الاصطناعي تصميمًا، **فمن يمتلك حقوق هذا التصميم؟** الإجابة معقدة وتختلف باختلاف الولايات القضائية وشروط خدمة كل منصة.

- **المعماري كمؤلف:** يجادل الكثيرون بأن الموجه هو عمل إبداعي، وأن المعماري الذي يصوغه هو «مؤلف» العمل الناتج. فجودة الموجه وتفاصيله هي التي تحدد جودة المخرجات، وبالتالي فإن البصمة الإبداعية للمعماري واضحة.
- **الذكاء الاصطناعي كأداة:** ينظر القانون في العديد من الدول، بما في ذلك الولايات المتحدة، إلى الذكاء الاصطناعي كأداة، على غرار الكاميرا أو برامج التصميم. وبشكل عام، لا يمكن منح حقوق الطبع والنشر لأعمال تم إنشاؤها بالكامل بواسطة كيان غير بشري. ومع ذلك، فإن الأعمال التي تتضمن مساهمة بشرية كبيرة (مثل التحرير، التعديل، والتجميع) قد تكون مؤهلة للحماية.
- **شروط الخدمة:** تحدد منصات الذكاء الاصطناعي (مثل Midjourney أو DALL-E) في شروط خدمتها من يمتلك حقوق المخرجات. في كثير من الحالات، تمنح المنصة المستخدم حقوقًا واسعة لاستخدام الصور التي ينشئها، ولكنها قد تحتفظ بحقوق معينة لنفسها.

استخدام أسماء المعماريين المشهورين:

إن استخدام موجهات مثل «بأسلوب زها حديد» يثير قضايا أخلاقية وقانونية. فبينما لا يمكن حماية «الأسلوب» بحد ذاته بموجب حقوق الطبع والنشر، فإن استخدام اسم معماري مشهور قد يدخل في نطاق «الحق في الدعاية» (Right of Publicity) أو قوانين العلامات التجارية. من الناحية الأخلاقية، يجب على المعماريين التفكير فيما إذا كان هذا الاستخدام هو تكريم وإلهام، أم أنه استغلال لسمعة وشهرة الآخرين دون وجه حق.

توصية للممارسة المسؤولة: كن شفافًا بشأن استخدامك للذكاء الاصطناعي. وثّق موجهاتك وعملية التصميم التكرارية. عند استخدام أسماء معماريين آخرين، استخدمها كمصدر إلهام وليس كمحاولة للتقليد الحرفي، وركز على تطوير صوتك التصميمي الخاص.

10.2 الأخلاقيات المعمارية في عصر الذكاء الاصطناعي

إن «سهولة» توليد الصور والتصميمات تثير قلقًا مشروعًا حول قيمة العمل المعماري التقليدي. إذا كان بإمكان أي شخص توليد تصميمات معقدة في ثوانٍ، فما الذي يميز المعماري المحترف؟

الحفاظ على البعد الإنساني:

الإجابة تكمن في أن العمارة ليست مجرد صور جميلة. العمارة هي فهم عميق للسياق، حوار مع العميل، استجابة للاحتياجات الإنسانية، ومسؤولية تجاه المجتمع والبيئة. الذكاء الاصطناعي هو أداة قوية لتسريع الاستكشاف البصري، ولكنه لا يمكن أن يحل محل **الحكم النقدي، التعاطف، والخبرة** التي يتمتع بها المعماري البشري.

«الذكاء الاصطناعي يمكن أن يقترح ألف حل، لكن المعماري هو من يعرف كيف يطرح السؤال الصحيح.» - مقولة شائعة في أوساط التصميم.

يجب على المعماريين أن يروا في الذكاء الاصطناعي فرصة لتحرير أنفسهم من المهام المتكررة والتركيز على الجوانب الأكثر استراتيجية وإنسانية في عملهم: بناء العلاقات مع العملاء، البحث المعمق، التفكير النقدي، والإشراف على التنفيذ.

10.3 الشفافية والإفصاح

تعتبر الشفافية حجر الزاوية في الممارسة الأخلاقية. يجب على المعماريين أن يكونوا واضحين بشأن متى وكيف يستخدمون الذكاء الاصطناعي في عملهم.

- **مع العملاء:** يجب إبلاغ العملاء باستخدام أدوات الذكاء الاصطناعي في عملية التصميم، خاصة في المراحل الأولية. يمكن تقديم ذلك كأداة لزيادة الكفاءة واستكشاف مجموعة أوسع من الخيارات بسرعة.
- **في المسابقات والعروض:** يجب مراجعة قواعد أي مسابقة معمارية بعناية. قد تضع بعض المسابقات قيودًا على استخدام الذكاء الاصطناعي التوليدي. الإفصاح المسبق هو دائمًا أفضل سياسة.
- **في النشر الأكاديمي والمهني:** عند نشر المشاريع، يجب ذكر دور الذكاء الاصطناعي في العملية، تمامًا كما يتم ذكر استخدام برامج النمذجة أو التحليل الأخرى.

10.4 التحيز والتنوع في المخرجات التوليدية

يتم تدريب نماذج الذكاء الاصطناعي على مجموعات بيانات ضخمة من الصور والنصوص الموجودة على الإنترنت. هذه البيانات تعكس بطبيعتها التحيزات الثقافية والجمالية الموجودة في العالم. على سبيل المثال، قد تميل النماذج إلى توليد عمارة «غربية» الطابع بشكل افتراضي، أو قد تربط أنماطًا معمارية معينة بسياقات ثقافية محددة بشكل نمطي.

مسؤولية المعماري:

تقع على عاتق المعماري مسؤولية التعرف على هذه التحيزات وتحديها بشكل فعال. يمكن القيام بذلك من خلال:

- **صياغة موجهات أكثر تحديدًا وتنوعًا:** بدلاً من طلب «مبنى سكني»، حدد السياق الثقافي والمحلي بدقة.
- **النقد الفعال للمخرجات:** لا تقبل بالنتيجة الأولى. تساءل: هل هذه النتيجة تعكس تنوعًا حقيقيًا أم أنها تكرر صورًا نمطية؟
- **إثراء الموجهات بمراجع غير مألوفة:** قم بتضمين إشارات إلى معماريين، أساليب، أو تقنيات بناء من ثقافات ومناطق غير ممثلة بشكل كافٍ في البيانات السائدة.

في النهاية، الذكاء الاصطناعي هو مرآة تعكس البيانات التي تدرب عليها. دور المعماري هو توجيه هذه المرآة بوعي لإنتاج عمارة ليست فقط جميلة، بل عادلة، شاملة، ومتنوعة.

BIM
Pool

الفصل الحادي عشر: وكلاء الذكاء الاصطناعي (AI Agents) في الممارسة المعمارية

إذا كانت الفصول السابقة قد علمتنا كيف نتحدث إلى الذكاء الاصطناعي من خلال الموجهات، فإن هذا الفصل سيعلمنا كيف نجعله **يعمل من أجلنا بشكل مستقل**. يمثل مفهوم **وكلاء الذكاء الاصطناعي (AI Agents)** النقلة النوعية التالية في تطور الذكاء الاصطناعي، حيث ننتقل من مجرد إصدار الأوامر وانتظار النتائج إلى تفويض مهام معقدة لأنظمة ذكية قادرة على التخطيط، التنفيذ، والتعلم. بالنسبة للمعماري، هذا يعني الانتقال من استخدام الذكاء الاصطناعي كأداة رسم سريعة إلى اعتماده كمساعد تصميم ذكي، باحث مستقل، ومدير مشروع مساعد.

11.1 ما هو وكيل الذكاء الاصطناعي؟

ببساطة، وكيل الذكاء الاصطناعي هو نظام يتجاوز مجرد الاستجابة للموجهات. إنه نظام يتمتع بالقدرة على:

- **الإدراك (Perception):** فهم البيئة المحيطة به (مثل قراءة المستندات، تحليل الصور، أو الوصول إلى بيانات حية من الإنترنت).
- **التخطيط (Planning):** تقسيم هدف معقد إلى سلسلة من المهام الفرعية القابلة للتنفيذ.
- **التنفيذ (Action):** استخدام الأدوات المتاحة له (مثل محركات البحث، برامج التصميم، أو واجهات برمجة التطبيقات) لتنفيذ هذه المهام.
- **الذاكرة (Memory):** تذكر نتائج أفعاله السابقة والتعلم منها لتعديل خططه المستقبلية.

الفرق الجوهري: بينما يحتاج الموجه (Prompt) إلى توجيه بشري لكل خطوة، يمكن إعطاء الوكيل (Agent) هدفًا عالي المستوى (مثل «قم بتحليل هذا الموقع وأقترح ثلاثة مفاهيم تصميم أولية»)، وسيقوم هو بتقسيم العمل وتنفيذه بشكل مستقل.

11.2 أنواع الوكلاء الذكية للمعماريين

يمكن تصميم وكلاء متخصصين لأتمتة جوانب مختلفة من سير العمل المعماري. فيما يلي بعض الأمثلة الواعدة:

نوع الوكيل	المهمة الرئيسية	الأدوات التي يستخدمها	مثال على الهدف المعطى للوكيل
وكيل تحليل الموقع	جمع وتحليل البيانات المتعلقة بموقع المشروع.	أدوات GIS، محركات البحث، قواعد بيانات الطقس، كودات البناء المحلية.	«حلل قطعة الأرض في [العنوان]. قدم تقريراً عن الطبوغرافيا، المناخ، مسار الشمس، اتجاه الرياح، والقيود التنظيمية.»
وكيل التصميم التوليدي	استكشاف مجموعة واسعة من حلول التصميم بناءً على قيود محددة.	برامج التصميم البارامتري (Grasshopper)، محركات التحسين (Optimization Engines).	«باستخدام هذا المخطط الأولي، قم بتوليد 50 بديلاً للواجهة مع تحسين كل منها لتحقيق أقصى قدر من الإضاءة الطبيعية وأقل قدر من اكتساب الحرارة.»
وكيل الامتثال للكودات	مراجعة التصميمات للتأكد من توافقها مع كودات البناء والمعايير.	قواعد بيانات كودات البناء، أدوات تحليل نماذج BIM.	«راجع نموذج BIM هذا (LOD 300) وتحقق من امتثاله لمتطلبات كود الحريق وإمكانية الوصول. قم بإنشاء قائمة بالمخالفات المحتملة.»
وكيل إدارة المشاريع	تتبع تقدم المشروع، تنسيق المهام بين أعضاء الفريق، وإعداد التقارير.	برامج إدارة المشاريع (Asana, Trello)، تطبيقات التواصل (Slack, Teams).	«راقب تقدم مهام التصميم، أرسل تذكيرات أسبوعية لأعضاء الفريق بالمهام المتأخرة، وقم بإعداد تقرير موجز عن حالة المشروع كل يوم جمعة.»

11.3 كيفية بناء وكيل معماري مخصص (مفهومياً)

يتطلب بناء وكيل ذكاء اصطناعي معماري تحديد أربعة مكونات رئيسية:

1. **الهدف (Goal):** تحديد المهمة النهائية التي يجب على الوكيل تحقيقها بوضوح ودقة.
2. **الأدوات (Tools):** تزويد الوكيل بمجموعة من الأدوات الرقمية التي يمكنه استخدامها. قد تكون هذه الأدوات بسيطة مثل الوصول إلى محرك بحث، أو معقدة مثل القدرة على تشغيل نصوص برمجية في Grasshopper.

3. **الذاكـرة (Memory):** توفـير آليـة للوكيـل لتخزيـن المعلومـات الـتي يجمعهـا والقرارات الـتي يتخذهـا. يمكن أن تكـون هـذه الذاكـرة قصـيرة المـدى (للمهمة الحاليـة) أو طويلـة المـدى (للتعلم عبر المشـاريع).

4. **حلقـة التفكـير والعمـل (Reasoning-Action Loop):** هـذه هـي الآليـة الأساسـية الـتي يعمل بهـا الوكيل. فهـو يفكـر في الخطـوة التاليـة بناءً على هدفه ومـا يعرفه بالفعل، ثم يتخذ إجراءً باسـتخدام إحـدى أدواته، ويقيم النتيجـة، ثم يكـرر العملية حتى يصـل إلى الهدف.

مثال على سير عمل وكيل تحليل الموقع:

- **الهدف:** «تحليل قطعة الأرض في [العنوان].»
- **التخطيط:**

  أ. البحث عن الموقع باستخدام خرائط Google للحصول على الإحداثيات.

  ب. استخدام الإحداثيات للوصول إلى بيانات الطقس التاريخية.

  ج. البحث في الموقع الإلكتروني للبلدية عن لوائح تقسيم المناطق.

  د. تجميع كل المعلومات في تقرير منظم.

- **التنفيـذ:** يسـتخدم الوكيـل أداة البحـث، أداة الوصـول إلى واجهـة برمجـة التطبيقـات للطقـس، وأداة قـراءة صفحـات الويـب.
- **النتيجة:** تقرير PDF شامل يتم تسليمه للمعماري.

11.4 التحديات والاعتبارات المستقبلية

رغم الإمكانات الهائلة، لا تزال هناك تحديات كبيرة أمام تبني الوكلاء الأذكياء على نطاق واسع:

- **الموثوقيـة والدقـة:** قـد يرتكـب الـوكلاء أخطاء أو يسـيئون تفسـير المعلومات. لا يـزال الإشراف البـشري والتحقق النقـدي ضروريًا.
- **الأمـن والخصوصيـة:** يتطلـب منـح الـوكلاء إمكانية الوصـول إلى بيانـات المشروع الحساسـة وبرامـج التصميم اعتبـارات أمنيـة قوية.
- **التكلفة والتعقيد:** يتطلب بناء وتدريب وكلاء متخصصين استثمارًا كبيرًا في الوقت والخبرة الفنية.

- **المسـؤولية القانونيـة:** مـن المسـؤول إذا ارتكب وكيـل ذكاء اصطناعي خطأً في التصميم أدى إلى فشـل إنشـائي؟ لا تـزال الأطر القانونية غـير واضحة.

يمثـل ظهـور وكلاء الـذكاء الاصطناعـي بداية حقبة جديـدة من **العمـارة المعـززة (Augmented Architecture)**، حيـث لا يكـون المعماري مجرد مسـتخدم للأدوات، بل قائدًا لأوركسترا من المسـاعدين الرقمـيين الأذكياء. إن فهم هذه التقنيـة والاسـتعداد لهـا هو مفتاح الحفاظ علـى الصلة والقدرة التنافسـية في المسـتقبل القريب للمهنة.

الفصل الثاني عشر: تخصيص النماذج وبناء الهوية المعمارية

12.1 مقدمة: من استخدام الأدوات إلى بناء الأصول الرقمية

لقد استعرضنا في الفصول السابقة كيفية صياغة موجهات دقيقة لاستخراج أفضل النتائج من نماذج الذكاء الاصطناعي العامة. لكن الممارسة المعمارية الاحترافية تتطلب الاتساق (Consistency) والهوية (Identity). كيف يمكن ضمان أن عشرات اللقطات لمشروع واحد تحمل نفس الروح؟ وكيف يمكن للذكاء الاصطناعي أن يتبنى «البصمة الأسلوبية» لمكتبك دون الحاجة إلى إعادة كتابة وصف مطول في كل مرة؟

هذا الفصل ينقلنا من مستوى «مستخدم الأداة» إلى مستوى «صانع الأداة». سنتعلم كيف ندرب الذكاء الاصطناعي على أرشيف أعمالنا، محولين أسلوبنا المعماري من مجرد وصف إلى أصل رقمي (Digital Asset) مملوك للمكتب، يمكن استدعاؤه وتطبيقه بكبسة زر.

12.2 مفهوم التكيف منخفض الرتبة (LoRA - Low-Rank Adaptation)

تقنية LoRA تقدم حلاً عبقرياً: بدلاً من تعديل النموذج الأساسي الضخم، نقوم بإنشاء «ملف ملاحظات» صغير وخفيف (عادة لا يتجاوز 10-100 ميجابايت) يحتوي فقط على جوهر أسلوبك. هذا الملف، الذي يسمى «LoRA»، يتم إرفاقه بالنموذج الأساسي عند الحاجة، فيقوم النموذج فوراً بتبني الأسلوب المحدد في الملف.

تكمن أهمية الموجهات في أنها تحول العلاقة بين المعماري والحاسوب من علاقة «أمر وتنفيذ» (كما في برامج CAD) إلى علاقة **«حوار إبداعي»**. يصبح المعماري «محاورًا» للذكاء الاصطناعي، يوجهه ويصقل أفكاره من خلال اللغة الطبيعية.

شرح مفهوم (وزن الـ LoRA (LoRA Weight:

- إرفاق ملف الـ LoRA ليس كافياً، بل يجب تحديد قوة تأثيره. عند استخدام الـ LoRA، يمكنك ضبط «وزنه» (عادة من 0.1 إلى 1.0). هذا الرقم يحدد مدى هيمنة أسلوب الـ LoRA على النموذج الأصلي.
- وزن 1.0: تأثير كامل. قد يكون قوياً جداً ويؤدي إلى صور «محروقة» (Oversaturated) أو غير مرنة تلتزم بالأسلوب بشكل مبالغ فيه.
- وزن 0.6 - 0.8: النطاق المثالي. يعطي أفضل توازن بين تطبيق «أسلوب المكتب» والحفاظ على «مرونة

وإبـداع» النمـوذج الأصلي.

- وزن أقل من 0.5: تأثير خفيف. مفيد لإضافة «لمسة» من الأسلوب دون تغيير كبير في المخرجات.

12.3 إعداد مجموعة البيانات (Data Curation): الدليل العملي

الـ LoRA تعتمد على جودة مجموعة البيانات. إليك دليل عملي مفصل:

1. جمع الأرشيف الرقمي:

- الجودة قبل الكمية: 15 إلى 100 صورة عالية الجودة.
- التنوع: مناظير خارجية، لقطات داخلية، تفاصيل مواد، مساقط ملونة.

2. قائمة المراجعة السلبية (Negative Checklist): ما يجب تجنبه:

العنصر	لماذا يجب تجنبه؟
النصوص والشعارات (Watermarks)	سيتعلم الذكاء الاصطناعي رسم الشعار كجزء من التصميم.
العدسات المشوهة (Fish-eye)	ستصبح جميع المخرجات مشوهة بنفس الطريقة (إلا إذا كان هذا هو المطلوب).
الغطاء النباتي الكثيف	سيتعلم النموذج «رسم الأشجار» بدلاً من «تصميم الواجهات».
الصور منخفضة الدقة	ستكون المخرجات النهائية غير واضحة وتفتقر للتفاصيل.
الصور غير المتسقة	إذا كانت نصف الصور بأسلوب «بسيط» والنصف الآخر «مزخرف»، فلن يتعلم النموذج أياً منهما جيداً.

3. توسيم الصور (Captioning):

- لكلمة المفتاحية (Trigger Word): اختر كلمة فريدة (MyOfficeStyle).
- صياغـة الوصـف: MyOfficeStyle, a modern villa with exposed concrete and large glass windows, exterior shot, daytime.

12.4 الإعدادات الفنية المثالية (Technical Guidelines Cheat Sheet)

لتجنب إضاعة الوقت في التجربة والخطأ، إليك جدول إعدادات مبدئية مقترحة عند استخدام منصات التدريب:

الإعداد	القيمة المقترحة	ملاحظات للمعماري
الدقة (Resolution)	512x512 (للبداية) أو 768x768	ابدأ بدقة 512. استخدم 1024 فقط إذا كان أسلوبك يعتمد على تفاصيل دقيقة جداً، لأنها تتطلب وقتاً أطول وذاكرة أكبر.
عدد الدورات (Epochs)	10-15 دورة	الـ Epoch هي دورة تدريبية كاملة على جميع صورك. زيادتها عن 15 قد «يحرق» النموذج ويجعله مشوهاً.
خطوات التدريب (Training Steps)	(عدد الصور) × 100	إذا كان لديك 20 صورة، فإن (20 × 100) = 2000 خطوة تدريب إجمالية. هذا هو الرقم الأهم.
معدل التعلم (Learning Rate)	1e-4 (0.0001)	هذا هو الإعداد القياسي لمعظم الحالات. لا تغيره إلا إذا كنت خبيراً.

12.5 الحفاظ على الاتساق: أنواع ControlNet للمعماريين

ControlNet هو الأداة الأقوى لضمان الاتساق الهندسي. إليك أهم أنواعه للمعماريين:

نوع ControlNet	القيمة المقترحة	ملاحظات للمعماري
MLSD (M-LSD Lines)	للمخططات التنفيذية والواجهات الدقيقة.	ابدأ بدقة 512. استخدم 1024 فقط إذا كان أسلوبك يعتمد على تفاصيل دقيقة جداً، لأنها تتطلب وقتاً أطول وذاكرة أكبر.
Depth	للمسابقات والمراحل المفاهيمية.	الـ Epoch هي دورة تدريبية كاملة على جميع صورك. زيادتها عن 15 قد «يحرق» النموذج ويجعله مشوهاً.
Canny	للتفاصيل الدقيقة والزخارف.	إذا كان لديك 20 صورة، فإن (20 × 100) = 2000 خطوة تدريب إجمالية. هذا هو الرقم الأهم.
Scribble	للرسومات الأولية السريعة.	هذا هو الإعداد القياسي لمعظم الحالات. لا تغيره إلا إذا كنت خبيراً.

12.6 دراسة حالة بصرية: من فكرة إلى واقع

ترسيخ الفكرة، تخيل السيناريو التالي:

الهدف: تصميم فيلا حديثة بأسلوب مكتبك الخاص.

المرحلة	المدخلات	المخرجات المتوقعة
1. النموذج العام	النص: A modern villa, realistic photo	صورة عشوائية لفيلا حديثة قد لا تتناسب مع هوية المكتب.
2. إضافة LoRA	النص: MyOfficeStyle, a modern villa, realistic photo LoRA: MyOfficeStyle.lora (بوزن 0.7)	صورة فيلا حديثة بنفس روح وأسلوب ومواد مشاريعك السابقة.
3. إضافة ControlNet	النص: MyOfficeStyle, a modern villa, realistic photo LoRA: MyOfficeStyle.lora (بوزن 0.7) ControlNet (Depth): نموذج ثلاثي الأبعاد بسيط للكتلة	صورة فيلا حديثة بنفس روح وأسلوب ومواد مشاريعك السابقة.

هذا التسلسل يحول الذكاء الاصطناعي من «مولد أفكار عشوائي» إلى «أداة تنفيذ دقيقة وموجهة».

12.7 الملكية الفكرية الخاصة والمتطلبات العتادية

- Private AI: تدريب LoRA على أعمالك الخاصة يحول أسلوبك إلى أصل رقمي مملوك. يمكنك الاحتفاظ بهذه الملفات على خوادم خاصة لضمان سرية المشاريع.
- المتطلبات العتادية (Hardware Requirements):

◊ التدريب السحابي (Cloud Training): معظم المنصات المذكورة (Leonardo, Scenario) تقوم بالتدريب على خوادمها. لا تحتاج إلى جهاز قوي.

◊ التدريب المحلي (Local Training): إذا أردت التدريب على جهازك الخاص لسرية تامة، ستحتاج إلى:

* كرت شاشة NVIDIA RTX 3060 (12GB VRAM) (GPU): كحد أدنى. الموصى به هو RTX 3090/4090 (24GB VRAM) لتدريب أسرع ودقة أعلى.

* ملاحظة: ذاكرة كرت الشاشة (VRAM) هي العامل الأهم، وليست قوة المعالج (CPU).

خلاصة الفصل:

إن تخصيص النماذج ليس مجرد خطوة تقنية، بل هو تحول استراتيجي يمكن المكاتب المعمارية من بناء هوية بصرية متسقة، حماية ملكيتها الفكرية، وتقديم خدمات أسرع وأكثر دقة. إنه يضمن أن يظل المعماري هو القائد المبدع في عصر العمارة المعززة بالذكاء الاصطناعي.

الخاتمة

يمثـل الـذكاء الاصطناعـي التوليـدي نقطـة تحـول فارقـة في تاريـخ الممارسـة المعماريـة. وكمـا غيرت برامـج التصميـم بمسـاعدة الحاسـوب (CAD) ونمذجـة معلومـات البنـاء (BIM) مـن طبيعـة عمل المعمـاري في العقـود الماضية، فإن الأدوات التوليديـة تعيـد اليـوم تعريف حدود الإبداع والكفاءة في التصميم. لقد اسـتعرض هذا الدليل بشـكل منهجي كيفيـة تسـخير هـذه القـوة مـن خلال أداة تبدو بسـيطة في ظاهرهـا ولكنها عميقـة في تأثيرها: **الموجـه (Prompt)**.

لقـد قطعنـا رحلـة شـاملة عبر ألاثنا عشر فصلاً، من الأساسـيات المفاهيميـة للموجهات إلى التكامل التـقني المتقدم مع بيئـات BIM وGIS، مـروراً بالاعتبـارات الأخلاقيـة والقانونيـة الحاسـمة، وصولاً إلى مسـتقبل العمارة مـع وكلاء الذكاء الاصطناعي كمسـاعدين مستقلين.

أظهرنـا مـن خلال الفصـول المتعاقبـة أن الموجـه ليـس مجـرد وصـف، بـل هو **لغـة تصميـم متكاملة** تتطلـب فهمًا عميقًـا للمبـادئ المعماريـة والقـدرة علـى ترجمتهـا إلى تعليمـات دقيقـة ومفهومـة. لقد قمنـا بتصنيف هـذه اللغة إلى مكوناتهـا الأساسـية — المفهومية، الوظيفية، الجمالية، السـياقية، الإخراجية، والتحليليـة — وأوضحنا كيف يمكن لكل مكـون أن يشـكل جانبًا من جوانـب المشروع.

والأهـم مـن ذلـك، أظهرنا في الفصـل الأخير كيف أن دمج هذه المكونـات في **موجه متكامل** هو المفتـاح لإطلاق العنان للإمكانـات الحقيقيـة لهـذه التقنية، مما يسـمح بتوليـد تصميمات معقـدة، متماسـكة، وعالية الجـودة تعكس بدقة نية المصمم ورؤيتـه الإبداعية.

توصيات للممارسة المهنية

بناءً على ما تم استعراضه، يمكن تقديم التوصيات التالية للمعماريين الذين يسعون إلى دمج الذكاء الاصطناعي في ممارستهم:

1. **ابدأ بالأساسيات:** قبل محاولة صياغة موجهات معقدة، أتقن كل فئة من فئات الموجهات على حدة. تدرب على وصف المفاهيم، الوظائف، والجماليات بشكل منفصل.
2. **كن دقيقًا ومحددًا:** كلما كانت لغتك أكثر دقة، كانت النتائج أفضل. تجنب المصطلحات الغامضة واستخدم الأرقام، الأبعاد، والأسماء المحددة كلما أمكن ذلك.
3. **فكر بشكل طبقي:** عند بناء موجه متكامل، اتبع التسلسل الهرمي من المفهوم إلى التفاصيل. هذا يضمن أن يكون الموجه منطقيًا ومتماسكًا.
4. **لا تخف من التجربة:** الذكاء الاصطناعي هو أداة للاستكشاف. جرب موجهات مختلفة، قارن بين النتائج، وتعلم من الأخطاء. العملية التكرارية هي مفتاح الإبداع.
5. **حافظ على دورك النقدي:** لا تقبل بالنتائج كما هي. قم بتحليلها، نقدها، وتعديلها. تذكر أن الذكاء الاصطناعي هو مساعد، ولكنك أنت المعماري.

آفاق البحث المستقبلية

لا يزال مجال الذكاء الاصطناعي التوليدي في العمارة في بداياته، وهناك العديد من المجالات الواعدة للبحث المستقبلي، منها:

- **تطوير نماذج متخصصة:** تدريب نماذج ذكاء اصطناعي على مجموعات بيانات معمارية بحتة لتحسين فهمها للمصطلحات والأساليب المعمارية.
- **التكامل مع برامج BIM:** تطوير أدوات تسمح بنقل المخرجات من النماذج التوليدية إلى برامج BIM بسلاسة، مع الحفاظ على البيانات الوصفية.
- **الموجهات متعددة الوسائط:** استخدام الصور والرسومات التخطيطية كجزء من الموجه، وليس فقط النصوص.
- **الأخلاقيات والمعايير:** وضع أطر أخلاقية وقانونية واضحة تنظم استخدام الذكاء الاصطناعي في الممارسة المعمارية وحقوق الملكية الفكرية.

من المحدّدات إلى الموجّهات

في زمن التحكم الآلي، يعرّف التصميم كعمليّة صياغة للشكل الهندسي بدوافع مشتقّة من معطيات ذات صلة مشتركة أو غير مشتركة. في الأساس، هذا التعريف قديم إلى حدّ ما – حتى من قبل دخول الحواسيب في عملية التصميم. وقد تمّ حديثاً الوصول إلى هذه المناهج التصميمية الرقمية بشكل أفضل وأسهل من خلال تقدّم البرامج المعلوماتيّة. هذه الأخيرة سهّلت كثيراً العمليّات الحسابية المعقّدة لهذا التشكيل الحسابي المعتمد بشكل أساسي على تكثيف و تغيير المعادلات الحسابيّة. ما يميّز هذا التشكيل هندسيّاً هو إمكانيّة إسناده مروحة واسعة من الشروط. سيحدد مدى تطبيق وجدولة وترابط هذه الشروط على المعادلات الرياضية ذات المحددات الكميّة – أو الخوارزميات المصطفّة ذات الموّجهات النوعية – مفعول وجدوى التصميم الرقمي للعمارة، بمفهومها الواسع، كما معايير نجاحها على كافة المستويات؛ منها العمارة والتنظيم الحضري، للذكر لا للحصر!

في الجوهر، أي شكل هندسي أو عضوي، يمكن تشكيله بمعادلة أو عدة معادلات حسابية؛ أيضاً بسلسلة خوارزميات. وهنا يبدأ الجدل. هل بدأنا نشهد إنحسار موجة «عمارة المحدّدات» المعقدة أمام تقدم «عمارة الموجّهات»؟ هل هو مجرد جدل بنوي أو أنه مذخّر بمنهجيات متعددة تبدأ بالإفتراض ولا تنتهي بالخامات المتنوعة؟ هل ممكن أن تصل مواصيل الموّجهات إلى ميزان الجودة؟ إذ أنه لم تعد العمارة نفسها تعني إحداث ضرر أقل في الحيّز المبني، بل أصبحت تعني فعل المزيد من الجودة. هذه الجودة تفرض على المعماريين والمصممين أن يغيّروا توجّه تفكيرهم بعيدًا عن الصورة الخارجية لكل تصميم، وأن يضعوا معطيات الذكاء الإصطناعي وأدوات التشكيل والمنصات الرقميّة في الاعتبار عند اتخاذ أي قرار في تصاميمهم. الأهمّ، إبتكار موجهات للمبانٍ وللمدن تختزن معايير طويلة الأجل؛ أهمها، بعيدا عن الشكل، الإعتماد على التوصيفات الدقيقة، فهم واستشعار تدفقات البيانات، فهم حدود ومحيط ومجالات التصميم وفي النهاية السعي إلى «التحسين المستمرّ» من خلال مشاركة المعرفة الطبيعيّة والإصطناعيّة.

الدليل المعماري لاستخدام الذكاء الاصطناعي التوليدي، بالدلالة ومن خلال تعليل الموجهات، يشير إلى تغيير كامن في شخصية المهندس المعماري، الذي لم يعد مهمته صياغة الأشكال ك «مصمم لها»، بل بالأحرى ك «استراتيجي لسيرورات» تشكيل هذه الأشكال. لعل أهم ما قدمته عمارة الموجهات هو تغيير مفهوم وتعريف الشكل بأنه أولاً أصبح حالة ديناميكية تفاعلية محددة بنص بدلاً من مجموعة ثابتة من الإحداثيات المبهمة، ثانياً أصبح صيرورة وصفية تراكمية وليس حالة جامدة أو ثابتة كما كبّلته الهندسة كعلم منذ إبتكاره الأول، وثالثاً أصبح هذا الشكل إطار تشكيلي مرن للاحتمالات في معارضة التقييس الجامد! من المنظور الحضري، التحول المنتظر هو أكثر خطورة؛ في الواقع التصميمي والرؤيوي للتنظيم المدني. في عصر التغيرات والموجهات والتحكم الآلي، لا يمكن الاستمرار في مقاربة التصميم الحضري في المدينة المعاصرة – والتصميم المعماري الحديث – بمنظور المكان الواحد أو الشكل الواحد؛ ولاكأنهما «مرحلة تطورية واحدة». على العكس من ذلك، تتجلى المدينة اليوم كنظام معقّد وتفاعليّ ينشأ من خلال تراكم النصوص والأوصاف والخامات والمواد – وحتى التصرفات، متزامنة أحياناً ومتناقضة في أحيان أخرى: الحالات والمراحل والطبقات. عليه، السؤال الأهم الذي على المعماريين أن يسألوه:

بمن ممكن أن يستعين المصممين لصياغة هذه الموجهات قبل أن يفوتفهم الوقت؟

ربمـا بنـاشري السرديـات، أو المؤثرون، أو موزعي خدمات الشـبكات العنكابوتية؟ لكن بالتأكيد لا يبدو أنهم سيسـتعينوا بالمعمـاريين وبالمخطـطين أنفسـهم. يعلمنـا هذا الكتـاب بأنه لم تعد قيمـة العمارة تنتج مـن إبتكار الأشـكال في الفضاء المادي، بـل في صياغـة الموجهـات وتعزيـز العلاقات وربطها داخل مكوناتـه. بمعنى أخر، جمع العلاقـات والأفعال - ردود الفعـل - في (ومـن أجـل) واقع «مفتوح» وغير محدد مسـبقًا؛ وكلما كانت جودة الموجهـات والروابط مبررة، كلما كانت أكثر تفاعليـة وصائبـة؛ أي في تآزر إيجابي مع البيئـة التصميمية المرجوة.

لم نعد ننسق الفضاءات والكتل، بل نطابق الإعدادات.

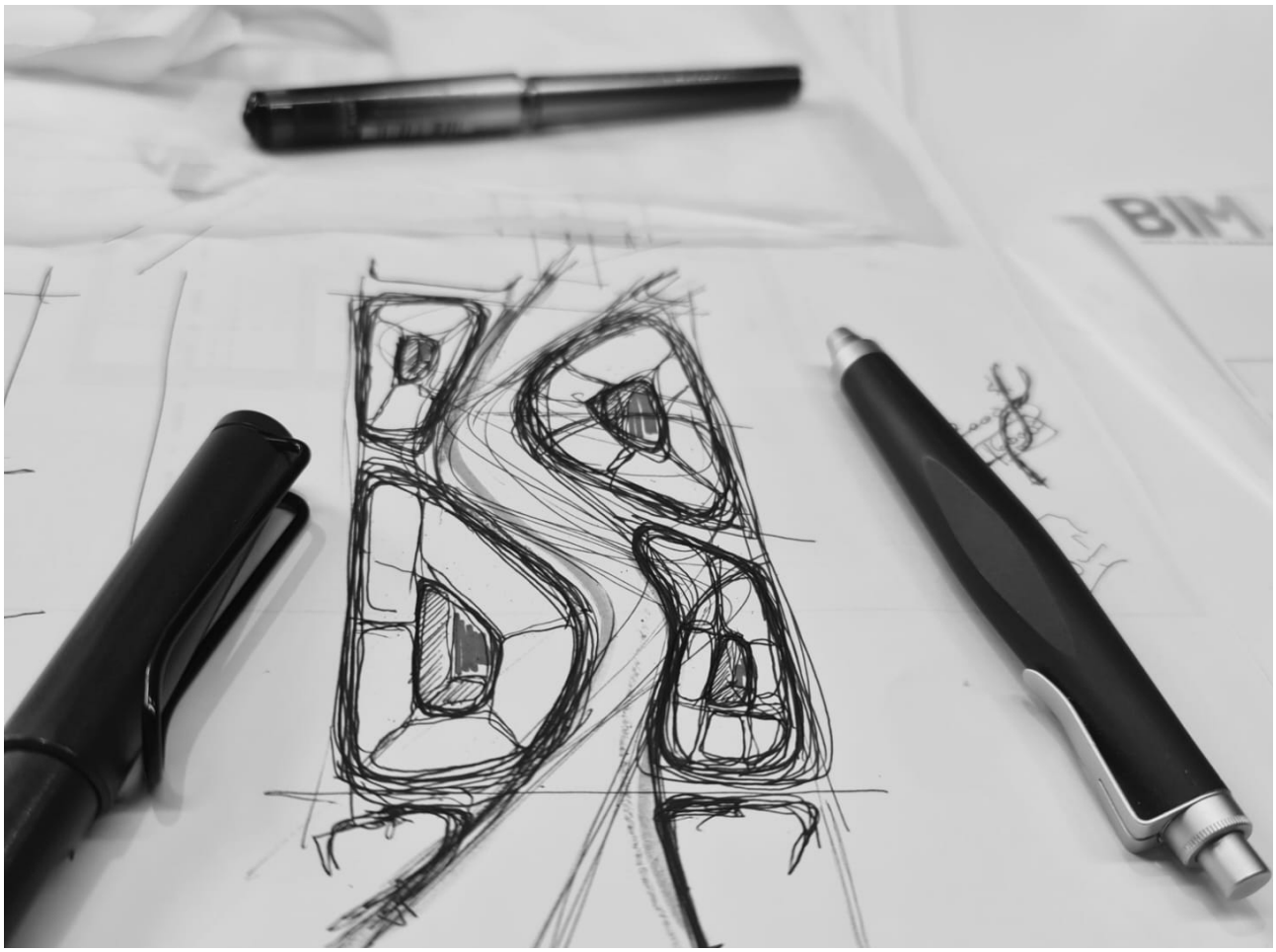
جوزف الحوراني

الكلمة الختامية

في الختـام، الـذكاء الاصطناعـي ليـس تهديـدًا للمعماري المبـدع، بل هو **أقـوى أداة تم وضعهـا بين يديه حتى الآن**. كلمـا كانـت لغتنـا معـه أكثر دقة، وعمقًـا، وإبداعًا، كانت العمارة التي سـنبنيها أكثر اسـتجابة، وجمالًا، وإنسـانية.

إن إتقـان فن صياغة الوجهات هو اسـتثمار في مسـتقبل الممارسـة المعماريـة. إنه يفتح أبوابًا جديدة للاستكشـاف، يعزز مـن الكفـاءة، ويحـرر المعمـاري لـلتركيز على ما يفعله بشـكل أفضـل: **التفكير، الابتـكار، والإبداع**. لكن مـع هذه القوة تأتي المسـؤولية: مسـؤولية الشفافية، الممارسـة الأخلاقية، والحفاظ على البعد الإنسـاني في صميم العملية التصميمية.

استمر في التجربة، استمر في التعلم، واستمر في البناء بمسؤولية.



المراجع

[1] Brown, T. B., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J., Dhariwal, P., ... & Amodei, D. (2020). Language models are few-shot learners. Advances in neural information processing systems, 33, 18771901-.

[2] Radford, A., Kim, J. W., Hallacy, C., Ramesh, A., Goh, G., Agarwal, S., ... & Sutskever, I. (2021). Learning transferable visual models from natural language supervision. In International conference on machine learning (pp. 87488763-). PMLR.

[3] Goodfellow, I., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S., ... & Bengio, Y. (2014). Generative adversarial nets. Advances in neural information processing systems, 27.

[4] Terzidis, K. (2006). Algorithmic architecture. Routledge.

[5] Carpo, M. (2013). The digital turn in architecture 19922012-. John Wiley & Sons.

[6] Rombach, R., Blattmann, A., Lorenz, D., Esser, P., & Ommer, B. (2022). High-resolution image synthesis with latent diffusion models. In Proceedings of the IEEE/CVF Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (pp. 1068410695-).

[7] Del Campo, M., & Manninger, S. (2020). Towards a synthetic vernacular: The evolution of architectural style through artificial intelligence. International Journal of Architectural Computing, 18(4), 326345-.

[8] Nagy, D., Villaggi, L., & Benjamin, D. (2018). Generative urban design: Integrating financial and energy goals for automated neighborhood layout. Proceedings of SimAUD, 2018.

[9] Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. John Wiley & Sons.

[10] Kaplan, A., & Haenlein, M. (2019). Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence. Business Horizons, 62(1), 1525-.

[11] Elgammal, A., Liu, B., Elhoseiny, M., & Mazzone, M. (2017). CAN: Creative adversarial networks, generating «art» by learning about styles and deviating from style norms. arXiv preprint arXiv:1706.07068.

[12] Brundage, M., Avin, S., Wang, J., Belfield, H., Krueger, G., Hadfield, G., ... & Anderljung, M. (2020). Toward trustworthy AI development: mechanisms for supporting verifiable claims. arXiv preprint arXiv:2004.07213.

[13] Whyte, J., & Nikolic, D. (2018). Virtual Reality and the Built Environment. Routledge.

[14] Carpo, M. (2017). The Second Digital Turn: Design Intelligence. MIT Press.

[15] Wooldridge, M., & Jennings, N. R. (1995). Intelligent agents: Theory and practice. The

Knowledge Engineering Review, 10(2), 115152-.

[16] Russell, S., & Norvig, P. (2020). Artificial Intelligence: A Modern Approach (4th ed.). Pearson.

[17] Yao, S., Zhao, J., Yu, D., Du, N., Shafran, I., Narasimhan, K., & Cao, Y. (2022). ReAct: Synergizing reasoning and acting in language models. arXiv preprint arXiv:2210.03629.

الملاحق

ملحق 1: قائمة المصطلحات (Glossary)

المصطلح (العربية)	المصطلح (الإنجليزية)	التعريف
الذكاء الاصطناعي التوليدي	Generative AI	فرع من الذكاء الاصطناعي يركز على إنشاء محتوى جديد وأصلي.
الموجه	Prompt	مجموعة من التعليمات النصية التي توجه نموذج الذكاء الاصطناعي.
نموذج الانتشار	Diffusion Model	نوع من النماذج التوليدية التي تنشئ الصور عن طريق إزالة «الضوضاء» بشكل تدريجي.
الشبكات التوليدية التنافسية	GANs	نظام يتكون من شبكتين (مولد ومميز) تتنافسان لإنتاج صور واقعية.
نمذجة معلومات البناء	BIM	عملية إنشاء وإدارة تمثيل رقمي للخصائص المادية والوظيفية للمبنى.
مستوى التفاصيل	LOD	مقياس يحدد مدى دقة المعلومات الهندسية في نموذج BIM.
التصميم البارامتري	Parametric Design	منهجية تصميم تستخدم المعلمات والخوارزميات لتوليد الأشكال الهندسية.
وكيل الذكاء الاصطناعي	AI Agent	نظام ذكي يمكنه الإدراك والتخطيط والتنفيذ بشكل مستقل لتحقيق هدف معين.

ملحق 2: جدول مرجعي سريع لأنواع الموجهات

نوع الموجه	الهدف الرئيسي	مثال على الكلمات المفتاحية
المفهومية	استكشاف الأفكار المجردة	«يجسد فكرة...»، «بناءً على فلسفة...»، «يثير شعور...»
الوظيفية	تحديد البرنامج والعلاقات المكانية	«مخطط مفتوح»، «تدفق حركة»، «متعدد الاستخدامات»
الجمالية	تحديد الأسلوب والمواد والشكل	«بأسلوب...»، «استخدم مواد...»، «لوحة ألوان...»
السياقية	الربط بالموقع والمناخ	«في مناخ صحراوي»، «يستجيب للسياق الحضري»، «يستخدم مواد محلية»
الإخراجية	تحديد زاوية الكاميرا والإضاءة والأسلوب	«لقطة واسعة»، «عند الغروب»، «بأسلوب الرسم بالألوان المائية»
الامتثال	تحديد المعايير التقنية والقانونية	«يلتزم بكود الحريق»، «نسبة الفتحات إلى الجدار»، «ميل المنحدر»

ملحق 3: جدول مرجعي متقدم: مستويات التفاصيل (LOD) وكيفية طلبها

مستوى التفاصيل (LOD)	الوصف	متى يُستخدم	مثال على الموجه
LOD 100	مفهوم عام للكتلة	الدراسات الأولية	«كتلة مبنى بأبعاد تقريبية (LOD 100)»
LOD 200	عناصر عامة بأبعاد ومواقع تقريبية	التصميم المفاهيمي	«مخطط طابق (LOD 200) يظهر الجدران والفتحات كعناصر عامة»
LOD 300	عناصر محددة بأبعاد ومواقع دقيقة	التصميم التفصيلي	«نموذج BIM (LOD 300) مع تفاصيل المواد والوصلات»
LOD 400	عناصر مفصلة للتصنيع والتركيب	وثائق التنفيذ	«رسومات تنفيذية (LOD 400) للواجهة مع تفاصيل التركيب»
LOD 500	عناصر كما تم بناؤها	التسليم النهائي	«نموذج As-Built (LOD 500) يعكس البناء الفعلي»

ملحق 4: قائمة مراجعة الموجه المتكامل

قبل إرسال موجه متكامل، تأكد من:

- **المفهوم:** هل حددت الفكرة أو الإحساس الأساسي؟
- **الوظيفة:** هل وصفت الاستخدام والعلاقات المكانية؟
- **الجماليات:** هل حددت الأسلوب، المواد، والألوان؟
- **السياق:** هل ربطت التصميم بالموقع والمناخ؟
- **الإخراج:** هل حددت زاوية الكاميرا والإضاءة؟
- **الامتثال:** هل أضفت أي معايير تقنية ضرورية؟
- **الأخلاقيات:** هل تأكدت من عدم وجود تعارضات أو استخدام غير أخلاقي؟

ملحق 5: قائمة الأدوات والمنصات الموصى بها

منصات توليد الصور المعمارية:

- **Midjourney:** منصة توليد صور عالية الجودة تركز على الإخراج الفني والجمالي. (تستخدم عبر Discord)
- **DALL-E 3 (عبر ChatGPT Plus):** سهلة الاستخدام وتفهم اللغة الطبيعية بشكل ممتاز، مناسبة للمبتدئين.
- **Stable Diffusion:** منصة مفتوحة المصدر تتطلب خبرة تقنية أكبر ولكنها توفر تحكمًا دقيقًا في المخرجات.
- **Luma AI:** منصة متخصصة في التقاط المشاهد ثلاثية الأبعاد وإنشاء فيديوهات واقعية باستخدام الذكاء الاصطناعي.
- **ComfyUI:** واجهة مرئية مفتوحة المصدر لتوليد الصور والفيديوهات باستخدام نماذج الذكاء الاصطناعي، تعتمد على نظام العقد (nodes).
- **Nano Banana**

أدوات التكامل مع سير العمل المعماري:

- **Veras (EvolveLAB):** إضافة (Plugin) لبرنامج Revit تتيح توليد صور واقعية مباشرة من نماذج BIM.
- **LookX:** منصة متخصصة في توليد الصور المعمارية مع واجهة سهلة الاستخدام.
- **Grasshopper (مع إضافات الذكاء الاصطناعي):** يمكن دمج نماذج الذكاء الاصطناعي في سير عمل التصميم البارامتري.

منصات بناء الوكلاء (للمستخدمين المتقدمين):

- **LangChain & LlamaIndex:** أطر عمل برمجية لبناء تطبيقات معتمدة على نماذج اللغة الكبيرة، بما في ذلك الوكلاء.
- **OpenAI Assistants API:** واجهة برمجة تطبيقات من OpenAI لبناء وكلاء مخصصين.

2026

م. شاكر خليف

مهندس معماري ومؤسس مكتب BIMLAB (2015)، يتمتع بخبرة تتجاوز العقدين في العمل الهندسي الاستشاري، بدأها في مكتب البقاعي للاستشارات الهندسية (2003–2020).

يرأس مبادرة JO BIM التي أطلقتها نقابة المهندسين بالشراكة مع أكاديمية المهندسين، وقد تم اختياره عضوًا استشاريًا في عدد من الجامعات الأردنية. يمثل صوت الابتكار في المنتديات والمجالس المهنية، ويركّز على دمج التكنولوجيا في الممارسة الهندسية، وتمكين المهندسين من خلال أدوات رقمية تعزّز الكفاءة والتطوير المهني المستمر.