Engineering Research Journal
journal homepage: https://erj.journals.ekb.eg/

إستخدام نظرية تحليل بنية الفراغ لدمج النظم الإجتماعية-الإيكولوجية في التصميم العمراني

Utilizing Space Syntax Theory to Integrate Socio-Ecological Systems in urban Design

م.م. نهاد محمد عبد الحميد [1،*]، د / مروة كمال فهمي[2]، ا.م.د / هبه فاروق عبدالباقي[3]

[1] مدرس مساعد بقسم الهندسة المعمارية - معهد الصفوة العالي للهندسة.
[2] مدرس بقسم الهندسة المعمارية - كلية الهندسة بالمطرية - جامعة حلوان.
[3] أستاذ مساعد بقسم الهندسة المعمارية - كلية الهندسة بالمطرية - جامعة حلوان.

[*]Corresponding author E-mail: nihadd0114@m-eng.helwan.edu.eg

الملخلص: يمثل النمو العمراني الحالي ضغطاً شديداً على الأنظمة الحضرية، لما له من تأثير على الجوانب البيئية و الإجتماعية في المدن. مما أدى إلى ضرورة دعم إتخاذ القرارات نحو حلول تساهم بشكل أفضل في المرونة الإجتماعية و البيئية، و من أفضل هذه الحلول هو إتباع نهج ظهر مؤخراً يدعى النظم الإجتماعية الإيكولوجية (SES)، و يستند هدا النهج إلى دراسة كيفية دمج المرونة (Resilience) في العمران وعلاقتها بنظرية تحليل بنية الفراغ (Space Syntax Analysis). ولهذا السبب تناولت الورقة البحثية مفهوم النظم الاجتماعية-الإيكولوجية و أهمية تداخلها في العمران، ثم توضيح مفهوم نظرية تحليل بنية الفراغ و القياسات الأساسية لها، و من ثم تناولت الورقة البحثية الدراسات التي تؤكد على أنه بدمج النظم الاجتماعية-الإيكولوجية و نظرية تحليل بنية الفراغ في العمران من خلال ثلاث محاور أساسية هم (Distance,Diversity,Density) تتوفر الخدمات الاجتماعية كالتواصل الاجتماعي و الخدمات الإيكولوجية كالتقليل من نسب التلوث و الأحمال الحرارية. و التي نتج عنها أن العديد من المشروعات العمرانية أصبحت تتناول نهج النظم الإجتماعية-الإيكولوجية لتعزيز المرونة الاجتماعية والبيئية في تشكلها العمراني مستعينة بنظرية تحليل بنية الفراغ كأداه للتشخيص و التطوير بناءاً على مجموعة من القياسات الأساسية هم الإندماج(Integration)، الإتصالية (Connectivity)، الإختيار(Choice)، الإندماج الزاوي(NACH)، الإختيار الزاوي(NAIN). لذا تستهدف هذه الورقة البحثية دراسة أمثلة من هذه المشروعات العمرانية مستنبطاً المعايير والمؤشرات التي يجب توافرها في العملية التصميمية للشكل العمراني لتعزيز نهج النظم الاجتماعية-الإيكولوجية.

الكلمات المفتاحية: النظم الاجتماعية-الإيكولوجية (SES) , نظرية بنية الفراغ (Space Syntax Analysis), المرونة (Resilience)

1 المقدمة

في ظل التحضر العالمي غير المسبوق وما تبعه من تغيرات مناخية، أصبح هناك حاجة ملحة لدمج الأنظمة البيئية الوظيفية وإبرازها بشكل متزايد كعنصر حيوي في العملية التصميمية للبيئة العمرانية[2][1]. ومن هنا ظهر نهج النظم الاجتماعية-الإيكولوجية في العمران(SES) ، الذي يهدف إلى توضيح كيفية تشكيل الشكل العمراني (Urban Form) بما يحقق المرونة (Resilience)، وتأثير ذلك على الخدمات الاجتماعية والبيئية المدمجة في البيئة المبنية[3] .

ونظراً لأهمية ما يستهدفه هذا النهج، تناولت العديد من الأبحاث الحديثة، دراسة نهج النظم الاجتماعية-الإيكولوجية والمعايير الواجب توافرها لتطبيق ذلك النهج في عملية التشكل العمراني للمدن المرنة [1]، كما تناولت دراسات آخرى مشروعات عمرانية إستعانت بنهج النظم الاجتماعية-

DOI: 10.21608/erj.2024.325677.1117
Received 03 October 2024; Received in revised form 03 October 2024; Accepted 23 October 2024
Available online 03 February 2025

الإيكولوجية في إيجاد حلول لمشكلاتها البيئية وبما يحقق الإستدامة الاجتماعية. تسلط الورقة البحثية الضوء على بعض من تلك المشروعات كأمثلة جيدة، وهم مشروع تطوير المنطقة من (Backa) إلى (Kärra) في مدينة جوتنبرج، و مشروع تطوير مدينة (Molndal) ، بالإضافة إلى مشروع تطوير(Biskopsgården) في السويد وتقدم هذه المشروعات ثلاث رؤى رئيسية لتطوير كل منطقة في المستقبل بإستخدام نظرية تحليل بنية الفراغ (Space Syntax Analysis Theory)، الأولى هي تحسين الروابط المادية القائمة على شبكات الشوارع المتصلة إتصال جيد ووسائل النقل العام الفعالة، الثانية هي تعزيز الاتصال الاجتماعي الذي يشمل الاستراتيجيات المتعلقة بالخدمات الإنتاجية والترفيهية الإجتماعية و الإيكولوجية. الثالثة هي الرؤية التي تسمى كثافة السكن، وبتنفيذ تلك الرؤى تصبح المنطقة محققة للمرونة الاجتماعية والإيكولوجية.

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل الدراسات النظرية السابقة حول نهج النظم الاجتماعية-الإيكولوجية و إرتباطه بنظرية تحليل بنية الفراغ، وتحليل كل من التطوير المقترح للمنطقة من Backa إلى Kärra، وتطوير مدينة Molndal، و تطوير مدينة Biskopsgården. لإستنباط المعايير والمؤشرات الواجب إتباعها لتصميم تكوين فراغي معزز للنظم الأجتماعية-الإيكولوجية، وأكثر قدرة على الصمود تجاه المخاطر والكوارث الطبيعية.

2 الدراسات السابقة

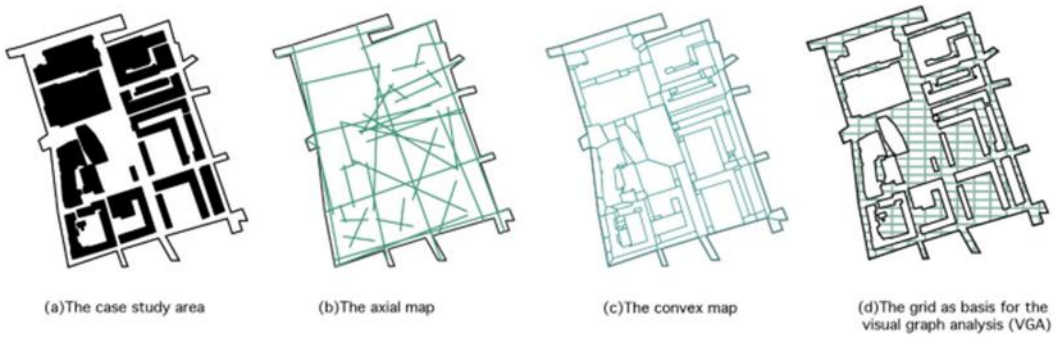
في سياق التغيير العالمي السريع والتحديات البيئية العاجلة التي نواجهها، يتطلب اتخاذ إجراء فعال متعدد التخصصات لإشراك مجموعة من التخصصات لابتكار نهج جديدة للحد من المشكلات النابعة من تلك التحديات، وكانت إحدى الاستجابات هي نهج النظم الاجتماعية-الإيكولوجية (Social-Ecological Systems) [6][5][4] الذي بتداخله في العملية التصميمية للعمران يتأثر التشكل العمراني بما في ذلك الترتيب المكاني وأنماط الحركة عبر التكوين الفراغي محاولاً إتاحة الخدمات الاجتماعية والخدمات الإيكولوجية التي تدعم المرونة[3].

2.1 النظم الاجتماعية-الإيكولوجية Social-Ecological Systems

يمكن تعريف النظم الاجتماعية-الإيكولوجية على أنها الأنظمة المعقدة والتكيفية والمتكاملة التي تتفاعل فيها المتغيرات الاجتماعية والبيئية[9][8][8][7]. و قد ألقت العديد من الدراسات الضوء بأهمية تداخل النظم الأجتماعية -الإيكولوجية في المدن، حيث أشار(Holing, 1973) أنه بدمج (النظم الأجتماعية-الإيكولوجية) في عملية تخطيط و تصميم المدن تصبح المدن أكثر مرونة، حيث بواسطة تلك النظم (SES) تحافظ الأنظمة التكيفية المعقدة (المدن) على نفسها لمواجهة الأضطرابات التي تحدث بداخلها، دون فقدان الوظائف الحيوية للأنظمة العمرانية و بما يحقق التنمية المستدامة [11][10]. وأضاف (Folke, 2006) بأن بتداخل النظم الإجتماعية-الإيكولوجية يصبح الإنسان أكثر دمج داخل البيئة، مشاركاً في إدارة خدمات النظام الإيكولوجي جنبًا إلى جنب مع الخدمات الاجتماعية، مع إعتماد التفكير في المرونة الأجتماعية والإيكولوجية كمبدأ تصميم توجيهي لإنشاء مدن أكثرفاعلية للإستدامة [13][12]. بينما يوضح (Marcus, 2015) أن النظم الأجتماعية-الأيكولوجية تمكن المدن من الجمع بين النهج الجديد لكل من العلوم البيئية والأجتماعية [14].

2.2 نظرية تحليل بنية الفراغ Space Syntax Analysis

أما عن تعريف نظرية تحليل بنية الفراغ فجاء رائدها (Hillier.B and Hanson.J, 1984) مؤكداً أنها مجموعة من الأساليب أو تقنيات الوصف والتحليل الموضوعية التي تستخدم الحاسب الآلي في تمثيل وتحليل الفراغات من خلال تجريدها [15]، إلى عناصر أساسية من الخط المحوري "Axial line"، الفراغات المقعرة "Convex Space"، ومجالات الرؤية "Isovist Field" [16]. تعتمد النظرية على تحليل العلاقات بين كل فراغ وجميع الفراغات الأخرى في التكوين الفراغي، من خلال عدد من المقاييس الموضوعية التحليلة [17] أهمها: 1. الخريطة المحورية Axial Map هي مجموعة الخطوط المحورية الأقصر، ويشير (الخط المحوري) إلى طول الشارع بالكامل كعقدة في شبكة مرتبطة بالشوارع الأخرى. أي دراسة المسارات الدقيقة لحركة المشاة وكيفية إتصالها للتنقل بين الفراغات على هيئة الرسومات البيانية [15]. ومن خلال هذه الخريطة يمكن قياس درجة الأتصال(Connectivity) والتي تعكس درجة نفاذية الشوارع، والرؤية بها بالأضافة إلى قياس إمكانية الوصول(Accessbility)، ودرجة العمق(Total Depth)، وقيمة التكامل(Integration) للشوارع [18]. 2. الخريطة المقعرة Convex map هي التي تستخدم لتحليل الفراغات العامة بين مجموعات المباني في مجاورة أو مدينة. بهدف التعرف على إمكانية التفاعلات الاجتماعية بهذه الفراغات، وغالباً ما يستعاض عن الخريطة المقعرة بالخريطة المحورية؛ لمجرد أنه يمكن إنشاء خريطة محورية ورسمها بشكل أسرع بكثير من الخريطة المقعرة [15]. 3. خرائط مجالات الرؤية Isovist Map وهي رسومات بيانية تحليلة تحدد موقع نقطة الرؤية داخل الفراغ عندما تكون الفراغات غير مقعرة، حيث يكون هناك العديد من مجالات الرؤية بأشكال مختلفة، ومن خلالها يتم تحديد التوجه لدراسة السلوكيات الأكثر تعقيداً [19] .كما هو موضح في **شكل.1**.



شكل.1. يوضح أنواع الخرائط التي تستخدم في نظرية بنية الفراغ [20]

2.3 الدمج بين النظم الاجتماعية-الإيكولوجية ونظرية تحليل بنية الفراغ

قد أضاف (Marcus, 2007) في دراسته مخطط لنظرية تحليلية في التصميم العمراني، تحاول إدخال متغيرات جديدة بجانب المتغير الرئيسي (إمكانية الوصول) في الشكل العمراني الذي يتم تحليله ضمن بنية الفراغ، والتي لم تكن في السابق جزءًا مباشرًا من تحليل بنية الفراغ هم (التنوع- الكثافة). وقد أسماها (Spatial Capital). وتشير المتغيرات الثلاثة في الشكل العمراني إلى: 1. المسافة (Distance): أي إمكانية هيكلة شبكة الشوارع بالمدن في علاقات خاصة مع بعضها البعض، الذي يتضح منه إمكانية الوصول بين المواقع المختلفة في النظام الحضري. 2. الكثافة (Density): أي إمكانية توسيع الفراغات العمرنية من خلال الشكل المبني عن طريق إضافة مساحة أرضية فوق بعضها البعض، يتضح منها كمية التفاعلات بالفراغات. 3. التنوع (Diversity): أي التنوع في إستعمالات الأراضي، بهدف زيادة الأنشطة البشرية وبالتالي زيادة معدلات تدفق المشاه [22][21].

كما أوضحت دراسات حديثة أنه بإدخال تلك المتغيرات الرئيسية الثلاث في الشكل العمراني ودمجها بالنظم الاجتماعية-الإيكولوجية، يتوفر كل من الخدمات الاجتماعية من (التواصل الإجتماعي، والسلامة والأمن، والتفاعل الأجتماعي، والأنشطة والشعور بالمكان) [23] ، والخدمات البيئية من (التخلص من الغازات الدفينة، الاستهلاك المسؤول للطاقة، التقليل من الأحمال الحرارية) [24] [3] وبالتالي تتحقق المرونة العمرانية.

ومن هنا أصبحت المشروعات العمرانية تتخذ تلك المتغيرات الثلاث كمحاور رئيسية، يمكن من خلالهم دمج النظم الاجتماعية-الإيكولوجية عن طريق نظرية تحليل بنية الفراغ، لتعزيز المرونة. و أمثلة لهذه الدراسات ما تم في ستوكهولم (Stockholm, Sweden) و في (Frölunda , Sweden) و في(Bergen , Norway) و في (Oslo, Norway) وقد أتفقت نتائجهم على، إن الشوارع المدمجة (Integrated)بدرجة عالية في شبكات الشوارع والتي تحقق إمكانية وصول (Accessibility) أعلى، تجتذب قدراً كبيراً من الحركة، وبالتالي فهي تمثل أيضا مواقع بارزة لتجارة التجزئة وتبادل الأشخاص من مختلف أنحاء المدينة أي تعزيز النظم الإجتماعية. على نفس النحو، فإن شبكة الشوارع المتكاملة بدرجة عالية مع قيم اختيار زاوي (Angular Choice) عالية هو شرط كافٍ لدعم إمكانية المشي بدرجة عالية والحد من إستخدام المركبات مما يقلل من نسب التلوث أي تعزيز النظم البيئية .كما أوضحت النتائج أنه كلما زادت كثافة المباني وتنوعت إستعمالات الأراضي كلما تعزز سهولة الحركة(Mobility) وإمكانية المشي(Wakability) وتخفض من إستهلاك الطاقة وهذا موضح في [27][26][25][3] [28][1].

لذلك يهدف هذا البحث إلى إلقاء الضوء على أمثلة تناولت دورنهج النظم الاجتماعية-الإيكولوجية لحل مشكلاتها البيئية والعمرانية بإستخدام نظرية تحليل بنية الفراغ. وذلك لإستنباط معايير دمج النظم الاجتماعية-البيئية للوصول إلى عمران مرن.

3 منهجية البحث

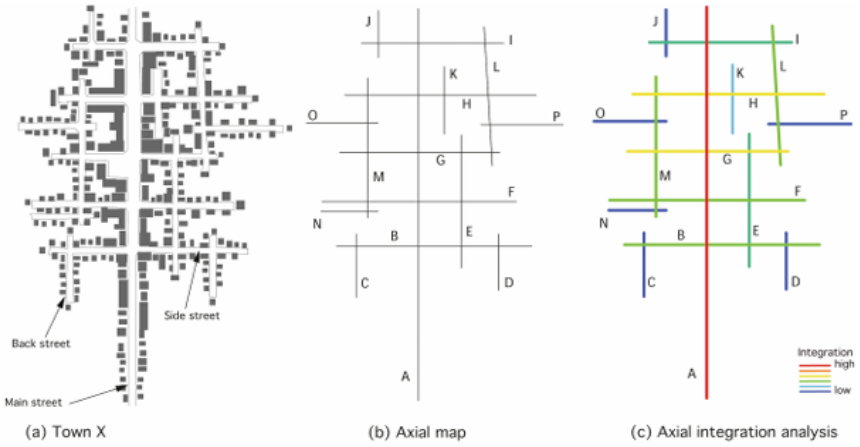
تستعرض المنهجية دراسة كيفية إستخدام نظرية بنية الفراغ لدمج النظم الاجتماعية-الأيكولوجية من خلال بعض من الأمثلة التحليلية تم إعتماد تطويرهم على نظرية تحليل بنية الفراغ كأداه للتشخيص و من ثم التطوير. حيث إتخذوا المتغيرات (شبكة الشوارع – تنوع إستعمالات الأراضي – الكثافة البنائية) كمحاور رئيسية يمكن من خلالهم دمج النظم (SES) وتعزيز المرونة بإستخدام نظرية تحليل بنية الفراغ، مع إلقاء الضوء على خطوات تطوير كل منهم، لإستنباط منهجية دمج النظم الاجتماعية-الإيكولوجية للوصول إلى عمران مرن. و قد تم إختيار الأمثلة التحليلة لأسباب أهمها وجود تشابه بين الأمثلة من حيث الموقع، إستعمالات الأراضي، وهم:

- مشروع تطوير المنطقة من (Backa) إلى (Kärra) في مدينة جوتنبرج بالسويد
- مشروع تطوير (Molndal) في السويد
- مشروع تطوير (Biskopsgården) في السويد

3.1 أدوات التحليل المستخدمة في الأمثلة التحليلية

يتبني هذا البحث نظرية تحليل بنية الفراغ (Space Syntax theory) في برنامج GIS كأداة في التحليل ومن ثم تقييم التطوير لأمثلة الدراسة التحليلية.
وتركز الأمثلة على بعض القياسات الأساسية لنظرية بنية الفراغ، وهم:

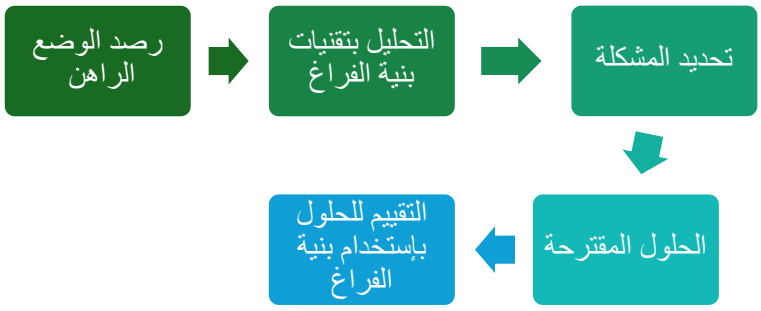
- الأتصالية Connectivity هو مقياس يشرح عدد الاتصالات التي يمتلكها كل شارع إلى الشوارع المجاورة له مباشرة، وفي الرسم البياني للإتصالية نجد أن الشارع الذي توجد فيه وصلات كثيرة بشوارعه الجانبية يكون له قيمة عالية للإتصال، في حين أن للشارع الذي لديه القليل من الوصلات يكون له قيمة منخفضة للإتصال [20].
- الإختيارChoice يقوم بقياس عدد أقصر المسارات (التي يُشار إليها غالبًا بـ "المسارات الطوبولوجية") التي تمر عبر مساحة معينة أو عقدة داخل الشبكة المكانية. يساعد هذا المقياس في تحديد الأماكن التي من المرجح أن يمر بها الناس بشكل متكرر أثناء تنقلهم في البيئة، مسلطًا الضوء على المناطق التي قد تشهد حركة مشاة كثيفة أو المواقع الاستراتيجية داخل التكوين الفراغي.
- الإختيار الزاوي NACH هو مقياس شامل ديناميكي لقياس الحركة ومعدلات التدفق (Flow) خلال الفراغات، والفراغ يكون له قيمة مرتفعة عندما يمر به العديد من أقصر المسارات التي تعمل على إتصال جميع الفراغات ببعضها داخل النظام [29].
- الإندماج الزاوي NAIN يظهر من خلاله مدى اندماج كل قطاع شارع بالنسبة لجميع القطاعات الأخرى من حيث العدد الإجمالي لتغييرات الاتجاه. يتم تضمين طول القطاع في الحسابات لتمكين تحليل اندماج القطاعات المحلية باستخدام مقاييس مختلفة. يُظهر تحليل الاندماج الزاوي للقطاعات إمكانيات الحركة في النظام الحضري [20].
- الإندماج Integration هو متوسط العمق لفراغ ما بالنسبة لباقي الفراغات بالمنظومة العمرانية، فهو يقدردرجة إمكانية الوصول (Accessibility) إلى جميع الشوارع الأخرى بالمنظومة، يرتبط الإندماج إرتباطًا وثيقًا بالإتصال. حيث كلما طال الخط المحوري في منطقة عمرانية، زاد إتصاله بالخطوط الأخرى وزادت قيمة إندماجه والعكس صحيح. و من خلال التعرف على درجة الإندماج يمكن معرفة معدلات تواجد الناس بالفراغ، و معرفة الفراغات الأكثر إندماجاً و الأكثر إنعزالاً (Segerated) بالمنظومة كما هو موضح في **شكل.2.**



شكل.2. يوضح تحليل شبكات الشوارع إلى خريطة محورية للتعرف على مدى تكامل هذه الشوارع، يوضح اللون الأحمر الشوارع الأكثر إندماج و اللون الأزرق الشوارع الأقل إندماج [20]

3.2 خطوات تحليل الأمثلة التحليلية

في المرحلة الأولي رصد الوضع الراهن وتحديد المشكلة لمنطقة الدراسة من خلال عمل تحليل للمحاور الثلاثة الرئيسية للشكل العمراني (شبكة الشوارع- إستعمالات الأراضي- الكثافة) بإستخدام نظرية بنية الفراغ، ثم تقديم تفسير لهذه المشكلات من قبل القائمين على التطوير. في المرحلة الثانية إقتراح بعض الحلول لمعالجة المشكلات التي تم تحديدها وتسليط الضوء عليها مستنداً لنهج النظم الاجتماعية-الإيكولوجية. والمرحلة الثالثة يتم تحليل تلك الحلول المقدمة للحد من المشكلات في المنطقة المعنية بإستخدام نظرية بنية الفراغ للتعرف على مدى فاعلية تلك الحلول. كما موضح في **شكل.3.**



شكل.3. يوضح خطوات التحليل للأمثلة التحليلية
المصدر: الباحثة

3.3 رصد الوضع الراهن للأمثلة التحليلية

بالنظر في الخلفية التاريخية لمشروع تطوير المنطقة من (Backa) إلى (Kärra) في مدينة جوتنبرج بالسويد، وجد القائمين على المشروع (Marcus,L.,Stavroulaki,I., Berghauser Pont,M)، أنها كانت في الأساس أرض زراعية وتحولت في الوقت الحاضر إلى منطقة صناعية على الجانب الشرقي ومنطقة سكنية على الجانب الغربي ويفصلهما طريق سريع كما موضح في **شكل.4**. ومن خلال الملاحظة الميدانية أتضح سيطرة الحركة الآلية وعدم توافروسائل النقل المستدامة من المشي وركوب الدراجات مما خلق أحياء منفصلة ومعزولة، كما أتضح أنه على الرغم من إحتواء المنطقة المعنية على المسطحات الخضراء التي تتوسط المنطقة السكنية وقربها من نهر، إلا أنها تعتبر أحادية الوظيفة حيث يسود على المنطقة الإستعمالات الصناعية، بالإضافة إلى أنها تفتقر للتنوع في الحياة العمرانية من (الفراغات العمرانية، الفراغات الترفيهية الاجتماعية)[31] [30].

أما مدينة Molndal فهي تقع في السويد أيضاً، ومن خلال الملاحظة الميدانية أتضح وجود طريق سريع أيضاً يقسم المدينة إلى شرق وغرب، ولا يوجد سوى أربعة جسور ونفق واحد فقط للوصول إلى الأجزاء المركزية في المدينة وكل منهم بعيد عن الآخر مسافة كبيرة. وهذا يعني أنها تعتمد بشكل كبير على الحركة الآلية، وبالتالي لا يمكن للمشاه عبور الشارع أو المشي به. وعلى الرغم من أن المدينة محاطة بأربعة غابات طبيعية كبيرة، إلا أنه لم يتم استغلالها نظراً لموقعها على التلال، ولهذا السبب تفتقد المدينة إمكانية الوصول إلى هذه الغابات[32][28]. موضح في **شكل.5**.

بينما تقع مدينة Biskopsgarden على أرض تلالية وغير منتظمة شمال غرب مدينة جوتنبرج بالسويد، وهي مدينة سكنية كبيرة تضم ثلاثة مراكز اقتصادية صغيرة (Vårväderstorget – Friskväderstorget – Länsmanstorget)، تحتوي كل منهم على مجموعة متنوعة من المحلات التجارية الصغيرة والمطاعم والخدمات الأخرى ، وتتميز المدينة ببعض المزايا بناءً على زيارة الموقع من قبل القائمين على التطوير، أهمها 1-الإتصال الجيد حيث تخدمها ثلاث خدمات ترام وخطوط حافلات ومسارات للدراجات. 2- توافر المساحات الخضراء الطبيعية مثل الغابات والمتنزهات والبحيرات. 3- توافر الفراغات المفتوحة التي تتيح التواصل الاجتماعي و التجمعات كأماكن الشواء و المقاهي.

شكل.4. يوضح المنطقة من (Backa) إلى (Kärra) في مدينة جوتنبرج بالسويد [30]

شكل.5. يوضح موقع مدينة (Molndal) بالسويد[33]

شكل.6. يوضح موقع مدينة (Biskopsgården) بالسويد[34][33]

4 النتائج

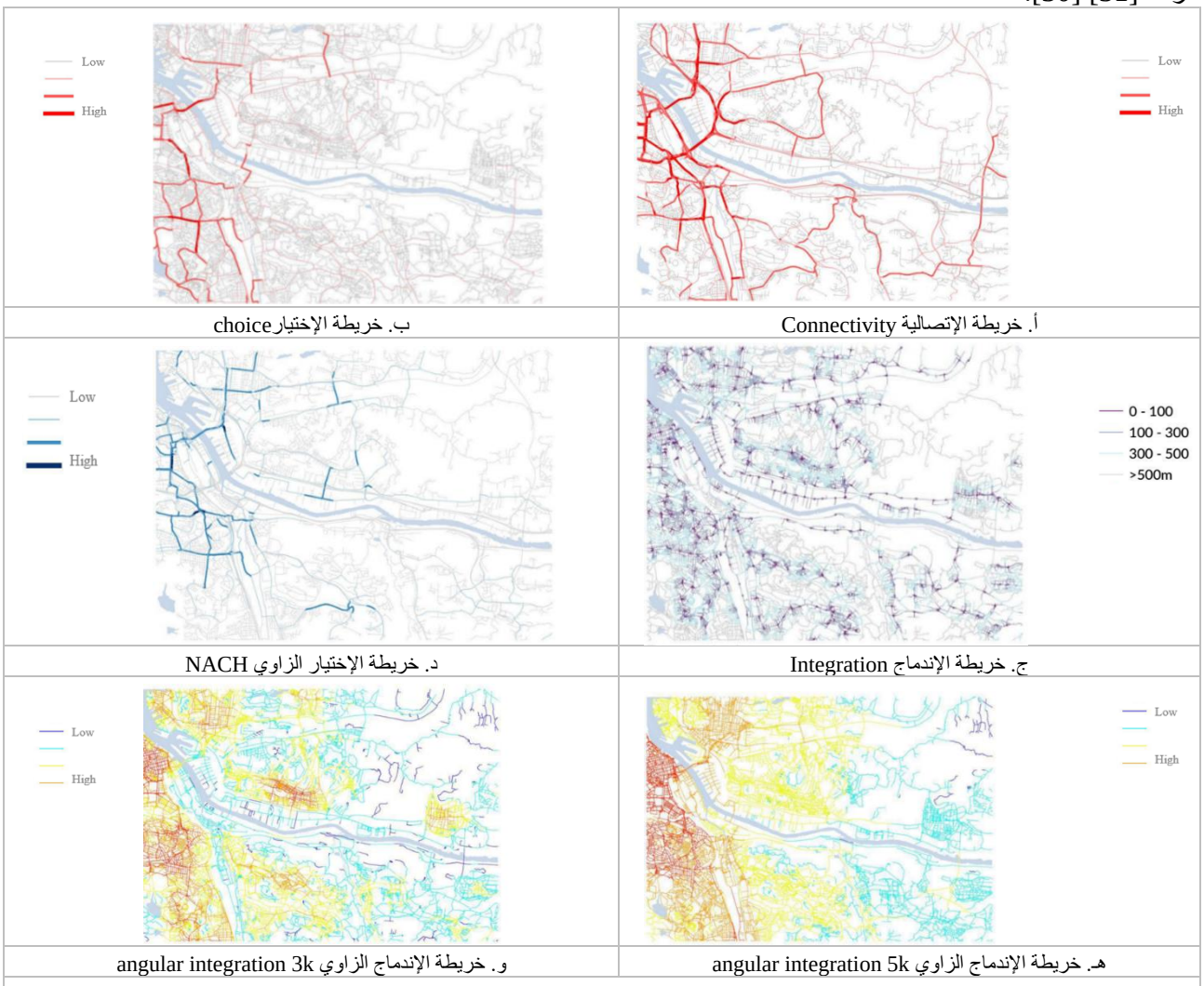
4.1 التحليل الفراغي للأمثلة التحليلية قبل التطوير

تم التحليل للأمثلة التحليلية من خلال المحاور الثلاثة الرئيسية إمكانية الوصول في شبكات الشوارع (Distance)، وتنوع إستعمالات الأراضي (Diversity)، والكثافة السكانية (Density). بهدف تحديد المشكلة ورصد الإمكانيات والتحديات لكل مشروع.

4.1.1 المنطقة من (Backa) إلى (Kärra)

تم التحليل لشبكة الشوارع لمشروع تطوير المنطقة من (Backa) إلى (Kärra) من خلال الخرائط الأتيه: (الأتصالية Connectivity، الإختيارChoice، الإندماج Integration، الإختيار الزاوي NACH)، وجاءت نتائج التحليل كما يلي: أتضح من **شكل.7.** أ أن المنطقة تعطي قيم إتصالية منخفضة و هذا لأن كل من المنطقة الصناعية على الجانب الشرقي والمنطقة السكنية على الجانب الغربي هي مناطق منعزلة نظراً لوجود الطريق السريع الذي يفصل بينهم، والذي أدي إلى سيطرة الحركة الآلية بالمنطقة.و من **شكل.7. ب** أتضح أن المنطقة تعطي قيم إختيارChoice منخفضة نظراً لعدم توافر ممرات للمشاه أو طرق مستمرة تدعم إمكانية المشي. وعلى نفس السياق وجد أيضاً أن قيم الإندماج Integration منخفضة وهذا لأن المنطقة لا تدعم وسائل التنقل الأخرى من النقل العام، المشي، ركوب الدراجات أي لا تدعم إمكانية الوصول كما في **شكل.7. ج.** وبتحليل الإختيار الزاوي NACH للتعرف على الطرق والمسارات المختلفة التي تسهل الوصول إلى وجهه معينة من خلال مسافات مترية قصيرة ووقت أقل، وجد أن المنطقة لا تدعم أيضاً ذلك كما موضح في **شكل.7. د.**

تم التحليل لتنوع إستعمالات الأاضي والكثافة البنائية من خلال خريطة الإندماج الزاوي NAIN بمقياسين (3k,5k)، وجاءت نتائج التحليل كما يلي: أتضح من **شكل.7. هـ** أن أغلب المنطقة تعطي قيم إندماج زاوي قليلة وهذا يعني أنها أقل جذب الحركة والأنشطة، على الرغم من إستعمالات الأراضي من المسطحات الخضراء والأنشطة التجارية والاقتصادية في المنطقة إلا أنها ينقصها التنوع في الحياة العمرانية من (الفراغات العمرانية، الفراغات الترفيهية الاجتماعية)، وبالتالي تؤثر الجوانب الاجتماعية والبيئية. كما أتضح من خريطة الإندماج الزاوي (3k) في **شكل.7.و** ضرورة إضافة منطقة سكنية لسد الفجوة بين المناطق المعزلة بما يراعي إستعمالات الإراضي بمنطقة الدراسة[31] [30].



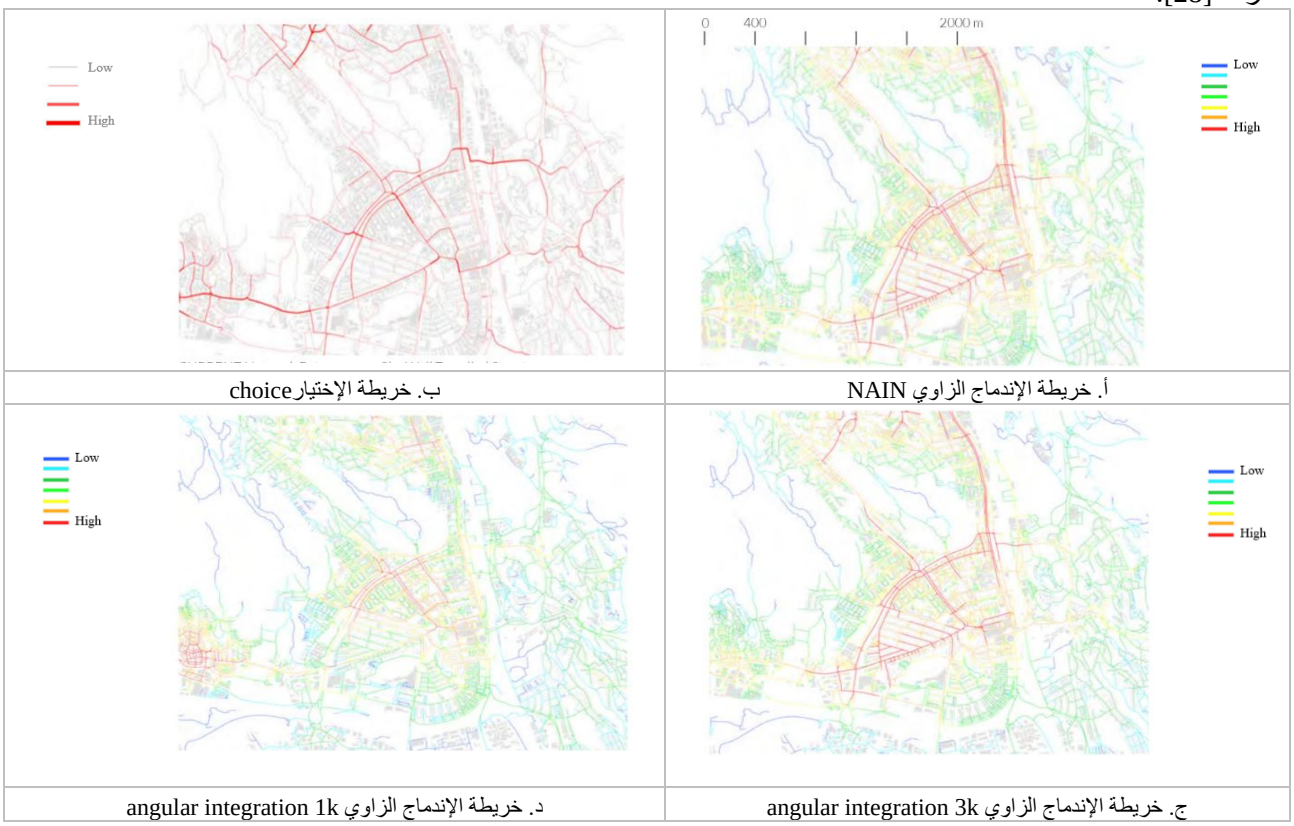
أ. خريطة الإتصالية Connectivity
ب. خريطة الإختيار choice
ج. خريطة الإندماج Integration
د. خريطة الإختيار الزاوي NACH
هـ. خريطة الإندماج الزاوي angular integration 5k
و. خريطة الإندماج الزاوي angular integration 3k

شكل.7. التحليل الفراغي لمشروع تطوير المنطقة من **(Backa)** إلى **(Kärra)** [30]

4.1.2 مدينة Molndal

أعتمد تحليل مدينة Molndal على خرائط الإندماج الزاوي NAIN بمقاييس مختلفة والإختيار وهذا لدراسة مدى جذب المدينة لخيارات التنقل(Mobility) المختلفة، والأنشطة التجارية والاقتصادية، بالإضافة إلى دراسة إمكانية حركة المشاه، وقد أتضح من **شكل.8.** أ. أن المدينة تعطى قيم مرتفعة للإندماج الزاوي في الأربعة جسور المتوفرة للتنقل وأيضاً للنفق وباقي المدينة بأكملها ذات قيم منخفضة وهذا

يدل على عدم توافر خيارات التنقل وبالتالي نقص في الإتصالية لشبكة الشوارع. ومن **شكل.8. ب.** أتضح أن المدينة لا تدعم إمكانية المشي(Walkability) بشكل جيد نظراً لإنخفاض قيم الإختيار والسبب وراء ذلك هو سيطرة الحركة الآلية بسرعات مرتفعة مع فرص قليلة جدا لعبور المشاه. ومن خلال **شكل.8. ج.** وشكل**.8. د.** أتضح أن المدينة تعطي قيم ما بين المتوسطة والمنخفضة لجذب الحركة والتفسير لذلك هو النقص في إستعمالات الأراضي للفراغات الترفيهية الخضراء، ولعدم توافر إمكانية الوصول(Accessibility) للغابات الطبيعية المحيطة بالمدينة، فضلاً عن ضرورة تكثيف المباني السكنية ذات الكتل القصيرة والأنشطة التجارية والاقتصادية لزيادة جذب الحركة [28].



أ. خريطة الإندماج الزاوي NAIN

ب. خريطة الإختيار choice

ج. خريطة الإندماج الزاوي angular integration 3k

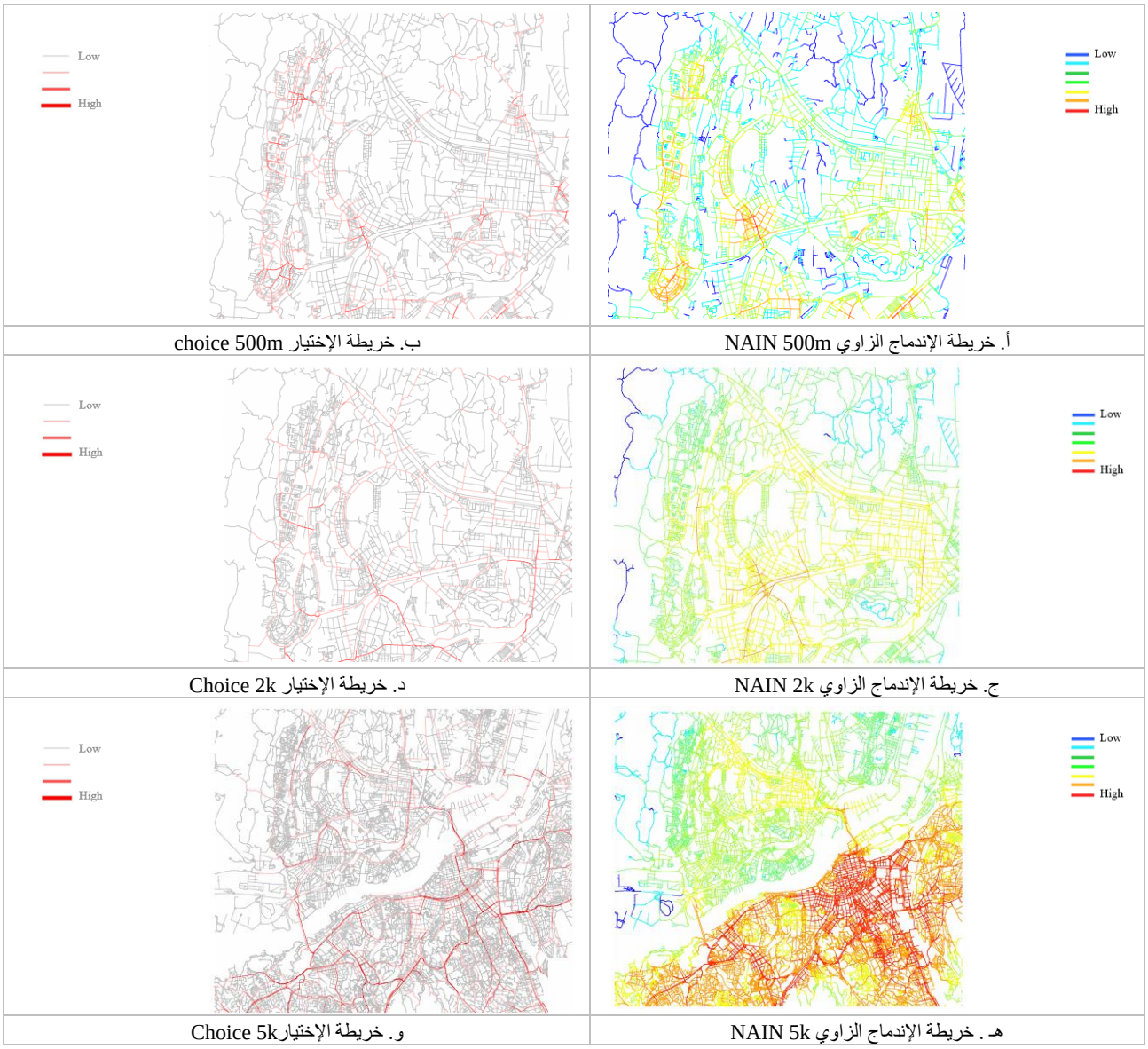
د. خريطة الإندماج الزاوي angular integration 1k

شكل.8. التحليل الفراغي لمشروع تطوير مدينة Molndal **[33]**

4.1.3 مدينة Biskopsgården

أتضح من تحليل شبكة الشوارع لمدينة Biskopsgården بإستخدام خرائط الإندماج الزاوي NAIN و خرائط الإختيار Choice و كانت النتائج كالتالي ظهرمن **شكل.9.** أ أن شبكة الشوارع تعطي قيم منخفضة للإندماج الزاوي (500m) في المنطقة تفتقر إلى الإتصالية نظراً للفروقات الكبيرة في التضاريس التي تعمل كحواجز مما يدل على أن المنطقة لا تحقق إمكانية الوصولAccessibility .و من **شكل.9. ب** أتضح أن المنطقة تعطي قيم إختيارChoice منخفضة نظراً لعدم توافر إمكانية الوصول و الإتصالية مما يدل على أن إمكاينة المشي غير متاحة بشكل جيد. كما ظهر من **شكل.9. هـ.** أن قيم الإندماج الزاوي (5K) منخفضة أيضاً وهذا يدل على أن إمكانية التنقل تتم بصعوبة من شتى وسائل التنقل الأخرى من النقل العام، و الحركة الآلية. وبتحليل الإختيار (5K)يتضح أن معدل الجريمة مرتفع بالمنطقة حيث عدم توافر إمكانية المشي و عدم وضوح الرؤية نظراً للأختلافات الكبيرة في الإرتفاعات كما موضح في **شكل.9. و.**

و بتحليل كل من تنوع إستعمالات الأاضي والكثافة البنائية جاءت نتائج التحليل كما يلي: أتضح من **شكل.9. ج ، شكل.9.د** أن أغلب المنطقة تعطي قيم إندماج زاوي قليلة نظراً لن المنطقة تتضمن عدة تجمعات حضرية منفصلة وذات طابع انطوائي حيث التضاريس و إتساع المساحة المخصصة لمواقف السيارات مما يخلق حواجز و أنفصال، وهذا يعني أنها أقل جذب للحركة الطبيعية بين هذه التجمعات وأن التفاعلات محدودة، على الرغم من توافر تنوع إستعمالات الأراضي من المسطحات الخضراء والأنشطة التجارية والاقتصادية و الفراغات الترفيهية في المنطقة. [35]



أ. خريطة الإندماج الزاوي NAIN 500m | ب. خريطة الإختيار choice 500m

ج. خريطة الإندماج الزاوي NAIN 2k | د. خريطة الإختيار Choice 2k

هـ . خريطة الإندماج الزاوي NAIN 5k | و. خريطة الإختيارChoice 5k

شكل.9. التحليل الفراغي لمشروع تطوير مدينة Biskopsgården [34]

4.2 الحلول المقترحة

4.2.1 المنطقة من (Backa) إلى (Kärra)

إقترح القائمين على المشروع (Marcus,L.,Stavroulaki,I., Berghauser Pont,M)، ثلاث رؤى أساسية للحد من المشكلات ودعم التنمية المستقبلية لمنطقة الدراسة. الأولى تحسين الاتصالات المادية لشبكة الشوارع في المنطقة مع توفير وسائل النقل الفعالة، الثانية تعزيز التنوع في كل من (إستعمالات الأراضي، الحياة العمرانية) من خلال توفير الخدمات الإنتاجية والترفيهية والأجتماعية، الثالثة دعم الكثافة السكنية لخلق أحياء متصلة. كل ذلك بهدف ربط الأحياء ودعم الوسائل النظيفة للتنقل مما يزيد من التفاعلات الاجتماعية ويحد من الإنبعاثات الملوثة [31] [30].

- **إتصالية شبكة الشوارع**

تناول التصميم المقترح لشبكة الشوارع بعض الإستراتيجيات لتحسين الإتصالية هي: تغير الطريق السريع الفاصل بين المنطقتين الصناعية والسكنية، وجعله طريق عمراني يدعم الحركة المرورية بسرعات مخفضة تصل إلى 30 كم/الساعة، مع توفير ممرات لعبور المشاه على طول الطريق لتصل المنطقة السكنية بالصناعية. بالإضافة إلى أنه تم تخصيص طريق سريع أخر على حدود المنطقة (ضفة النهر) للشاحنات الثقيلة والسرعات العالية، حتى لا تؤثر على إتصالية المنطقة. كما تم إضافة جسرين رئيسي أحدهم يدعم حركة المشاه فقط والأخر للسيارات. وكذلك إضافة وسائل تنقل تدعم النقل الجماعي كالترام وحافلات النقل الجماعي مع توفير المحطات اللازمة لهم. مع إدخال شوارع ثانوية داخل المناطق السكنية تسمح بمرور المركبات بسرعات منخفضة تصل إلى 20كم/الساعة ليمر بداخلها للحافلات وعربات نقل المنتجات الغذائية[36] . كما في **شكل.10.**

شكل.10. التصميم المقترح لشبكة الشوارع للمنطقة من (Backa) إلى (Kärra) [30]

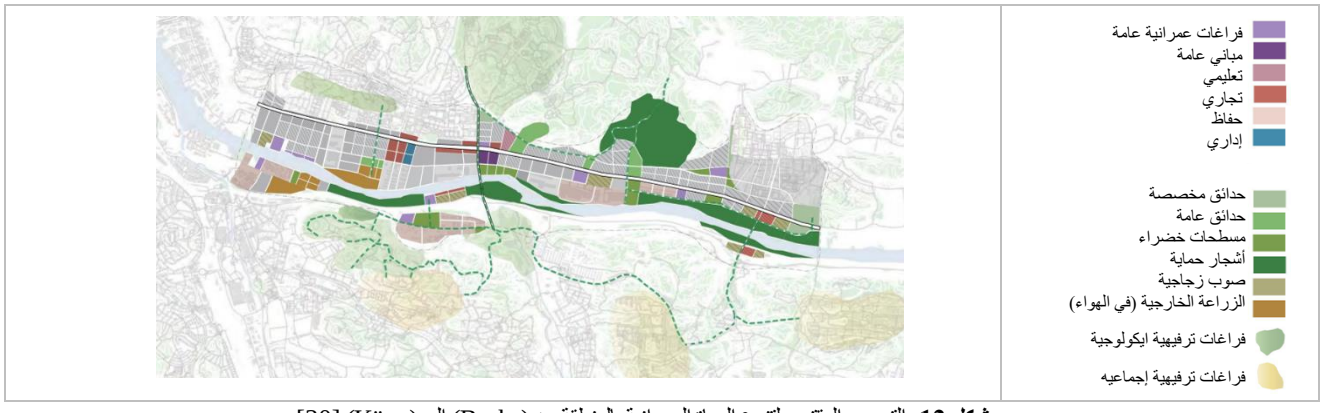
- **تنوع إستعمالات الأراضي والحياة العمرانية**

يهدف التصميم المقترح إلى تحويل المنطقة من كونها منطقة صناعية إلى منطقة ذات خدمات إنتاجية متنوعة. تعتمد الاستراتيجية المتبعة هنا على جعل المنطقة تنتج الأغذية داخلها، بهدف تزويد المطاعم والسكان بالأطعمة الطازجة يومياً، مما يقلل من دخول عربات النقل الكبيرة الناقلة للإنتاج الغذائي وبالتالي يقلل من انبعاثات الكربون والتلوث، ويعزز التجارة على مسافات قصيرة، مما يدعم الاندماج، ويخلق حلقة اقتصادية بالمنطقة من خلال إقامة أسواق في الساحات العامة لبيع وتبادل تلك الأغذية الطازجة.

عملية إنتاج الغذاء تمر بعدة مراحل: الزراعة، التخزين، والنقل، حيث يتم داخل المنطقة زراعة الأغذية في الصوبات الزجاجية (Green Houses) ثم تخزينها ونقلها. كما يتضمن التصميم المقترح إنشاء أماكن كمخازن للأغذية، والاستفادة من نفايات الطعام بإعادة تدويرها كسماد للزراعة المحلية. كما موضح في **شكل.11.**

شكل.11. التصميم المقترح لزيادة الخدمات الإنتاجية بإستعمالات الأراضي للمنطقة من (Backa) إلى (Kärra) [30]

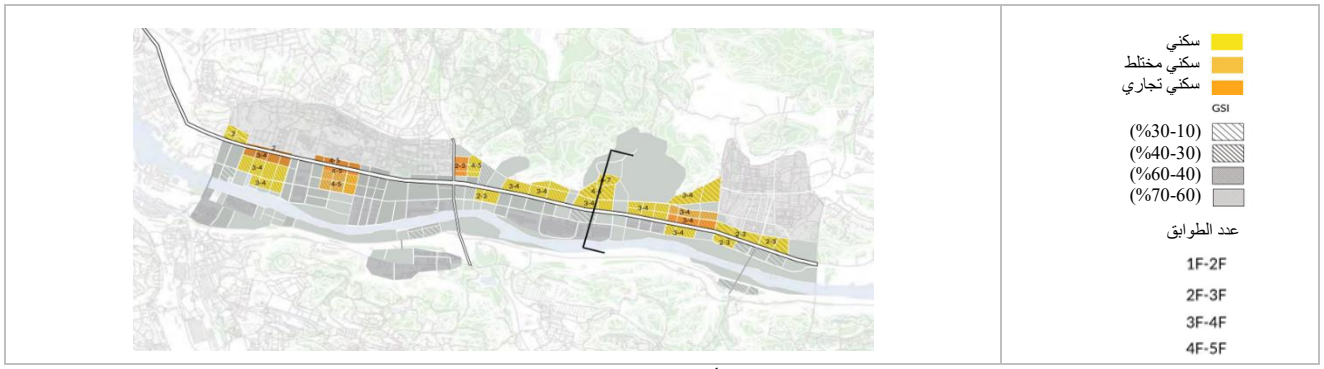
كما يهدف التصميم المقترح إلى دعم تنوع الحياة الحضرية من خلال زيادة وتنوع الخدمات الترفيهية مع إدخال البنية التحتية الخضراء من (الحدائق العامة- الحدائق المخصصة- المسطحات الخضراء)، بالإضافة إلى زيادة الفراغات العمرانية العامة من المطاعم والمقاهي والمحلات التجارية التي توفر الجلوس في الهواء الطلق وذلك لزيادة فرص التواصل والتفاعل الاجتماعي. فضلاً عن إضافة بعض الخدمات الآخرى كالسينما والمعارض والمكتبات [37]كما موضح في **شكل.12.**



شكل.12. التصميم المقترح لتنوع الحياة العمرانية بالمنطقة من (Backa) إلى (Kärra) [30]

➢ **الكثافة البنائية**

تناول التصميم المقترح إضافة منطقة سكنية في الفجوة بين المنطقتين لربط الأحياء المعزولة، اعتمادًا على تحليل الاندماج الزاوي وتحليل استعمالات الأراضي، يتم تحديد أنواع وكثافة المباني المختلفة: المباني على الشارع الرئيسي التجاري :تم تصميمها بالكتل المغلقة لتحقيق كثافة عالية (GSI) تتراوح ما بين 40-60%. والمباني على الشارع السكني التجاري :تم تصميمها بواجهات مغلقة تواجه الشارع الرئيسي لمنع الضوضاء من حركة المرور، مع كتل نصف مفتوحة بالقرب من الشارع الثانوي لتحسين الاندماج الاجتماعي والتواصل. أما المباني داخل المنطقة السكنية :يمكن تصميمها بشكل أكثر انفتاحًا وبكثافة أقل، مع مساحات خضراء أكبر.
تم تحديد ارتفاع المباني وفقًا لاختلاف التضاريس، لتوفير رؤية بصرية نحو النهر. كما يمكن تصميم بعض المسطحات الخضراء كالحدائق لتحسين الروابط الاجتماعية والحد من التلوث. كما هو في **شكل.13.**



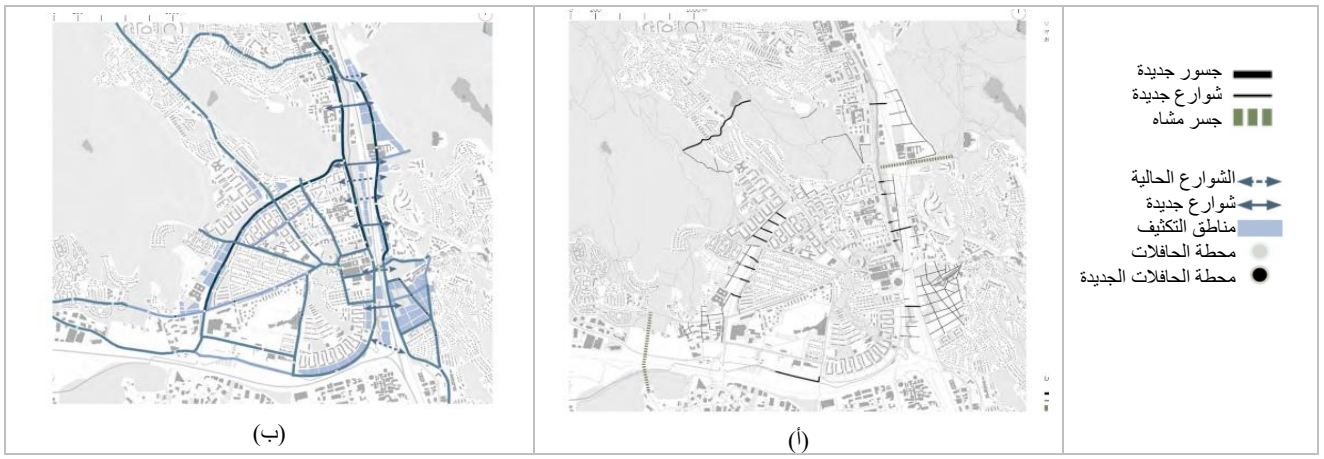
شكل.13. إضافة منطقة سكنية لربط الأحياء المعزولة للمنطقة من (Backa) إلى (Kärra) [30]

4.2.2 مدينة Molndal

إقترح القائمون على المشروع ثلاث محاور لحل المشكلات وهم **الأولي**: إنشاء المزيد من الاتصالات بين المنطقتين شرق وغرب، مع إضافة كباري ذات مسافات قصيرة للمشاه وزيادة الكثافة البنائية للمباني السكنية والاستعمالات الأخرى، مثل الوظائف العامة والترفيهية والبنية التحتية الخضراء بهدف ربط الأحياء وجلب المزيد من الحياة العمرانية ومما يزيد من الأمان. كما يتضمن المشروع زيادة محطات النقل العام ووضعها في أماكن استراتيجية، مما يقلل من حجم السيارات ويسهم في تقليل فترة السفر الزمنية. **الثانية** الناحية البيئية : إستغلال الغابات الخضراء المحيطة لتحسين وتوسيع الوصول إلى المساحات الخضراء، مما يقلل من التلوث ويدعم الصحة الإيكولوجية، ويحسن جودة الهواء ويعزز صحة الإنسان. **الثالثة** الناحية الاجتماعية :دعم إمكانية المشي وركوب الدراجات وتقليل الاعتماد على السيارات، مما يزيد من التفاعلات الاجتماعية ويقلل التلوث ويدعم الصحة. كما يمكن استغلال المساحات الخضراء لزيادة التفاعل الاجتماعي وجعل المدينة أكثر حيوية [28].
يهدف المشروع إلى إنشاء شبكة متصلة وافرة بالمحلات التجارية لجذب الناس وزيادة الحركة الاقتصادية، مع تجميع الأسواق في مكان واحد لعمل سوق تجاري يجذب الناس ويزيد من النشاط الاقتصادي، مع دعم إمكاينة المشي والوصول للمسطحات الخضراء مما يزيد من النواحي الاجتماعية والبيئية [32].

➢ **إتصالية شبكة الشوارع**

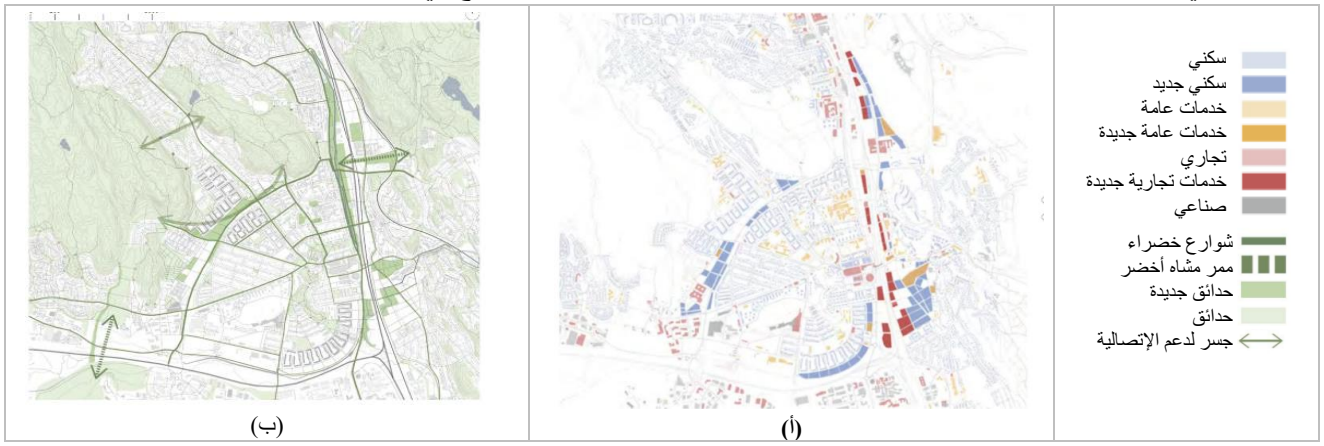
يتضح من **شكل.14.** أ أنه تم إضافة ثلاث جسور للتنقل على الطريق السريع وأثنين من المعابر للمشاه، مع إضافة شوارع ثانوية داخل المناطق السكنية تسمح بمرور المركبات مع تهدئة السرعة. ومن **شكل.14. ب** أتضح زيادة محطات النقل العام في أماكن قريبة [36].



شكل.14. التصميم المقترح لشبكة الشوارع لمدينة Molndal [33]

➢ **تنوع إستعمالات الأراضي والحياة العمرانية**

المقترح هو إضافة إستعمالات الأراضي السكنية والتجارية والخدمية لزيادة جذب الحركة والأنشطة الاقتصادية، وبالتالي تزداد التفاعلات الاجتماعية وجودة الحياة العمرانية. كما موضح في **شكل.15.** أ.كما أضاف المقترح زيادة البنية الخضراء بمختلف أنواعها من (الحدائق العامة والمخصصة والأشجار) وقد أعتمد ثلاث أنماط من الشارع الآخضر فمنهم أنماط لتنظيم المناخ الجزئي ومنهم للحد من تلوث الهواء من حركة المرور وآخرى للتنوع البيولوجي، فضلاً عن إضافة 2 كوبري للإتصال مع الغابات المحيطة بالمدينة وذلك لدعم إمكانية المشي والحفاظ على البيئة وأيضاً زيادة التفاعلات الإجتماعية[37] . كما موضح في **شكل.15. ب.**



شكل.15. التصميم المقترح لتنوع إستعمارت الأراضي والحياة العمرانية لمدينة Molndal [33]

➢ **الكثافة البنائية**

تناول التصميم المقترح فكر التكثيف أي زيادة الكثافة البنائية، حتى تزيد من ربط الأحياء، وتقلل من إستخدام السيارات ودعم إمكانية المشي وبالتالي الأمان كما في **شكل.16.**

شكل.16. التصميم المقترح للكثافة البنائية لمدينة Molndal [33]

4.2.3 مدينة Biskopsgården

أعتمدت الحلول المقترحة على ثلاث محاور أساسية هم: **الأولي**: إعادة الشعور بالأمان من خلال دعم إتصالية المدينة، و زيادة الوضوح و إمكانية الوصول (Accessibility) من خلال إضافة مسار أخر بجانب خط الترام ليصبح ثنائي الاتجاه، و توفير ممرات للمشاة ومسارات للدراجات على طول خط الترام مما يزيد من إمكانية التنقل (Mobility)، و إمكانية المشي (Walkability) للسكان، سواء داخل مناطقهم السكنية أو داخل المدينة ككل، و خلق المزيد من خطوط الرؤية وزيادة المحورية. **الثانية**: تمكين المزيد من المساحات الخضراء الوفيرة من خلال زيادة جاذبيتها وإمكانية الوصول إليها ووضوحها، و تكثيف الفراغات العمرانية التي تدعم التفاعلات و الأنشطة، بالإضافة إلى زيادة الممرات البيئية التي تتميز بتنوع الأخضر بها. **الثالثة**: إعادة ربط التجمعات للمباني من خلال زيادة الكثافة البنائية و توجيه المداخل بحيث تواجه الممرات البيئية الجديدة.

➢ **إتصالية شبكة الشوارع**

المقترح في شبكة الشوارع قائم على إضافة الممرات الخضراء الاجتماعية والممرات الحضرية، فالممرات الخضراء الاجتماعية هي مسارات تربط Biskopsgården من الشرق إلى الغرب من الناحية البيئية والاجتماعية. كما أنها ستمرعبر كل من الطريق الرئيسي

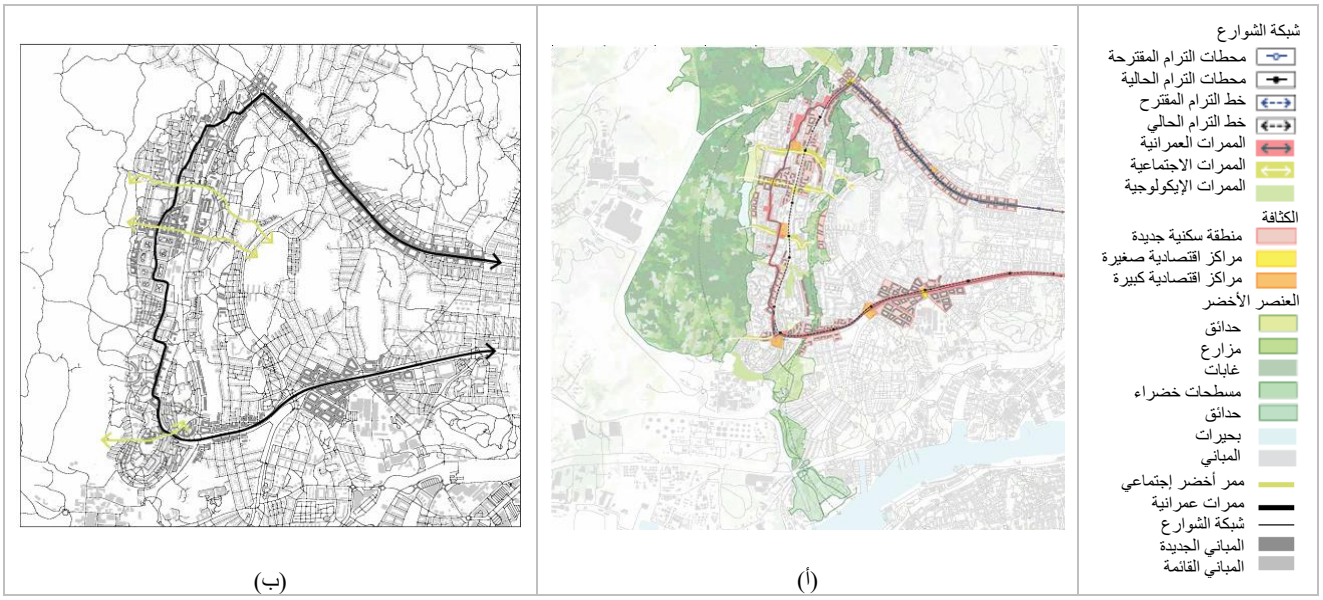
الأكبر والممر العمراني، مما يجعل التنقل أسهل ويوفر طريقاً أكثر أماناً ومراقبة في المنطقة من الشرق إلى الغرب. مع إضافة وسائل نقل عامة في اتجاهين كما هو موضح في كل من **شكل.17.أ** ، **شكل.17.ب.**

- **تنوع إستعمالات الأراضي والحياة العمرانية**

المقترح هو إعادة ربط الرقع الخضراء لتشكيل ممر إيكولوجي إقليمي يمتد من النهر في الجنوب إلى الغابات في الشمال. ويتم إعطاء هذه الرقع الخضراء شخصيات مميزة و تزويدها بما يجعلها أكثر جاذبية وسهولة للوصول.كما هو موضح **شكل.17.أ.**

- **الكثافة البنائية**

المقترح قائم على زيادة التكثيف و إضافة مباني جديدة و دمجها بالمراكز الاقتصادية بالمنطقة، مما يجعلها أكثر سهولة للوصول سواء للسكان المحليين أو الزوار. كما هو موضح في كل من **شكل.17.أ** ، **شكل.17.ب.** [34]



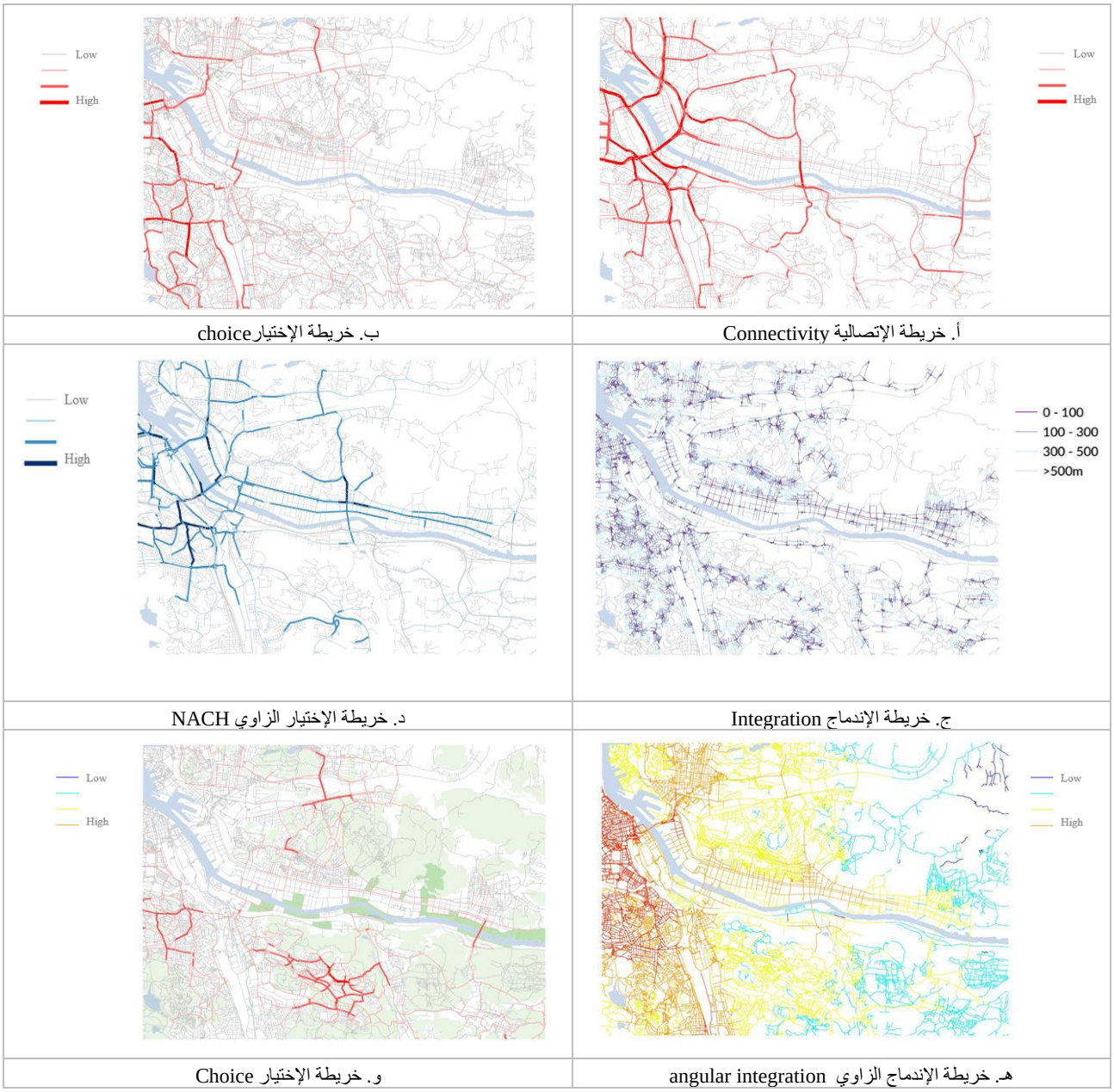
شكل.17. التصميم المقترح للكثافة البنائية لمدينة Molndal [34]

4.3 تقييم الحلول المقترحة بإستخدام نظرية تحليل بنية الفراغ

4.3.1 تقييم الحلول للمنطقة من (Backa) إلى (Kärra)

تم التحليل لشبكة الشوارع بعد إضافة التصميم المقترح وجاءت نتائج التحليل كما يلي: أتضح من **شكل.18.** أ أن المنطقة أصبحت تعطي قيم إتصالية أعلى، وهذا يعني أن المنطقة أصبحت أكثر تعزيز للروابط الاجتماعية وأقل عزلة. **شكل.18. ب** أتضح من تحليل الإختيارChoice ارتفاع قيم الإختيار للمنطقة مما يدل على أنها أصبحت أكثر جذب للحركة ودعم لإمكانية المشي والحدمن السيارات وبالتالي أقل تلوث. كما وجد أيضاً أن قيم الإندماج Integration أصبحت تسجل قيماً مرتفعة وهذا يدل على أن المنطقة أصبحت أكثر إمكانية للوصول وأكثر جذب لحركة المشاه وأنشطة البيع التجزئة كما في **شكل.18. ج.** وبتحليل الإختيار الزاوي NACH أصبحت المنطقة تدعم سهولة الوصول إلى وجهه معينة من خلال مسافات مترية قصيرة ووقت أقل كما موضح في **شكل.18. د.**

وبالتحليل لتنوع إستعمالات الأراضي والكثافة البنائية بعد إضافة التصميم المقترح من خلال خريطتي الإندماج الزاوي والإختيار، كما في **شكل.18. هـ** أتضح من تحليل الإندماج الزاوي أن أغلب المنطقة تسجل قيماً مرتفعة وهذا يعني أنها أصبحت أكثر جذب للحركة وتفسر ذلك أنه بتنوع لإستعمالات الأراضي، من الأنشطة السكنية والتجارية والترفيهية، تزداد إمكانية الحركة وبالتالي يزداد فيها الأنشطة البشرية والتفاعلات الأجتماعية. ومن خريطة الإختيار أتضح أن أغلب المنطقة تعطي قيماً مرتفعة وهذا يعني أن المنطقة أصبحت أكثر جذب لحركة المشاه، أي أكثر حيوية أجتماعياً، حيث توافرالمحلات التجارية، والمطاعم، والكافيهات التي تحتوي على أماكن للجلوس، والتي تكون غالباً في الدور الأرضي والأول في المباني السكنية. موضح في **شكل.18. و**



أ. خريطة الإتصالية Connectivity | ب. خريطة الإختيارchoice

ج. خريطة الإندماج Integration | د. خريطة الإختيار الزاوي NACH

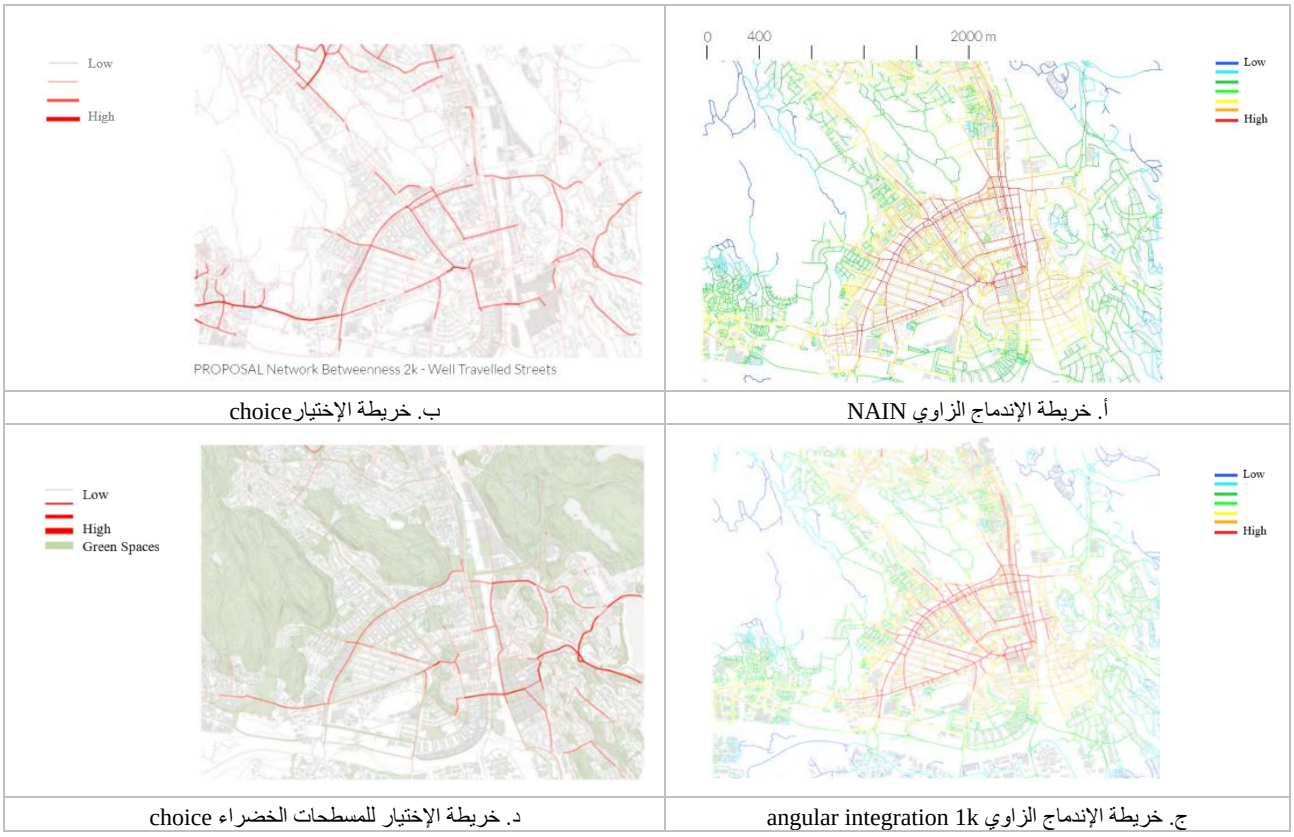
هـ. خريطة الإندماج الزاوي angular integration | و. خريطة الإختيار Choice

شكل.18. تقييم المقترح للمنطقة من (Backa) إلى (Kärra) [30]

4.3.2 تقييم الحلول لمدينة Molndal

تم التحليل لشبكة الشوارع بعد إضافة التصميم المقترح وجاءت نتائج التحليل كما يلي: في **شكل.19. أ.** أتضح أن قيم الإندماج زادت وتفسير ذلك أنه بزيادة إتصالية شبكة الشوارع أصبحت أكثر جذب للحركة، كما أتضح من **شكل.19. ب.** أن قيم الإختيار زادت أيضاً وهذا يدل على أصبح هناك دعم لإمكانية المشي وبالتالي إستخدام للحركة الآلية بشكل أقل، مما يحد من التلوث [28].

وفي شكل.19. ج. أتضح أن قيم الإندماج الزاوي في المقياس الأقل إرتفعت مما يدل على أنه بزيادة تنوع إستعمالات الأراضي من أنشطة ترفيهية وإقتصادية وزيادة الكثافة البنائية يزداد الجذب لإمكانية الحركة، كما أتضح من **شكل.19. د.** أن قيم الإختيار في تحليل البنية الخضراء إرتفعت بشكل ملحوظ وهذا يدل على أن بزيادة نسب المسطحات الخضراء وزيادة إتصالها يمكن دعم إمكانية المشي والحد من السيارات وزيادة التفاعلات الاجتماعية وزيادة الصحة والحفاظ على البيئة بالإضافة إلى زيادة التنوع البيولوجي.



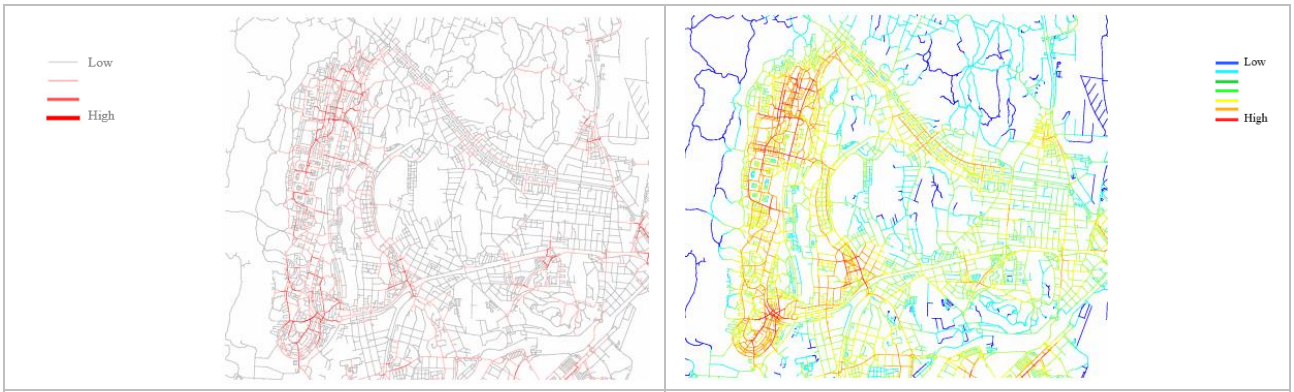
أ. خريطة الإندماج الزاوي NAIN | ب. خريطة الإختيارchoice

ج. خريطة الإندماج الزاوي angular integration 1k | د. خريطة الإختيار للمسطحات الخضراء choice

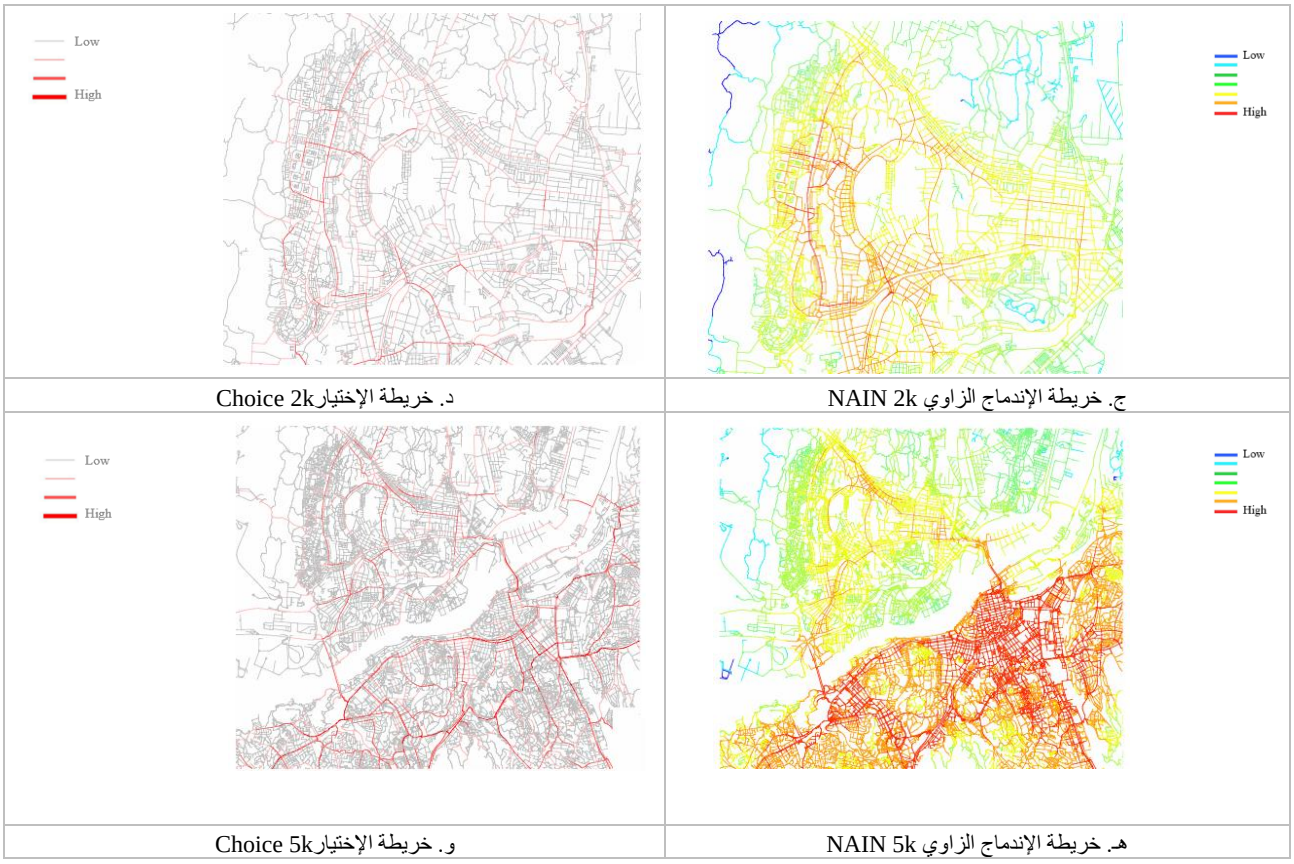
شكل.19. تقييم المقترح لمدينة Molndal [33]

4.3.3 تقييم الحلول لمدينة Biskopsgården

بتحليل الخرائط للمقترح و مقارنته بالتحليل للوضع الراهن أتضح ما يلي: من **شكل.20. أ.** يمكن ملاحظة أن الإتصالية وإمكانية الوصول أصبحت أقوى بكثير على المستوى المحلي. ومن **شكل.20. ب.** أتضح أن المنطقة أصبحت ذات قيم مرتفعة للإختيار و هذا يعني أنها أصبحت أكثر إمكانية للمشي. كما أتضح من **شكل.20. ج ، شكل.20. د.** أن المنطقة أصبحت تعطي قيم إندماج زاوي أعلي و تفسير ذلك أنه بزيادة كل من الربط بين التجمعات الحضرية للمنطقة و توفر الفراغات الاجتماعية الإيكولوجية، زاد الجذب للحركة و التفاعلات أيضاً. أما عن إمكانية التنقل فنجد أن المنطقة أصبحت تحقق سهولة التنقل نظراً لتوافر وسائل النقل الجديدة في الإتجاهين كما يتضح من **شكل.20. هـ. و** من **شكل.20. و.** أتضح أن المنطقة أصبحت تحقق عنصر الأمان نظراً لتوافر إمكانية المشي و الرؤية.[38]



أ. خريطة الإندماج الزاوي NAIN 500m | ب. خريطة الإختيار choice 500m



ج. خريطة الإندماج الزاوي NAIN 2k | د. خريطة الإختيارChoice 2k

هـ. خريطة الإندماج الزاوي NAIN 5k | و. خريطة الإختيارChoice 5k

شكل.20. تقييم المقترح لمدينة Biskopsgården [34]

5 النتائج العامة

أكدت الدراسة على أهمية دمج المرونة الاجتماعية والبيئية في التصميم العمراني للتكيف مع التغيرات والضغوط المستمرة التي تواجه المدن. يعتبر هذا الأمر ضرورياً للحفاظ على جودة الحياة وتحقيق الاستدامة في المدن. كما أظهرت الدراسة أن اتباع نهج النظم الاجتماعية-الإيكولوجية يعتبر حلاً فعالاً لتعزيز المرونة الاجتماعية والبيئية. فالنظم الاجتماعية-الإيكولوجية تعتمد على التداخل والتكامل بين الجوانب البيئية والاجتماعية في التصميم العمراني، مما يسهم في تقديم خدمات اجتماعية وإيكولوجية أفضل، مثل تعزيز التواصل الاجتماعي وتقليل التلوث والأحمال الحرارية.

كما أكدت الدراسة أيضاً أن نظرية تحليل بنية الفراغ تعد أداة فعالة للتحليل والتطوير.

و أثبتت هذه الورقة البحثية أيضاً أنه بتدخل نهج النظم الاجتماعية -الإيكولوجية (SES) في الشكل العمراني من خلال المحاور الثلاث المؤثرة عليه من (شبكة الشوارع Distance– إستعمالات الأراضي Diversity– الكثافة Density)، تتوفر العديد من الخدمات الأجتماعية والبيئية بما يحقق المرونة. حيث أتضح من تحليل مناطق التطوير مستعيناً بنظرية بنية الفراغ:

- أن شبكة الشوارع المتصلة والتي تدعم إمكانية الوصول بوسائل التنقل المختلفة وتجذب إمكانية الحركة وإمكانية المشي، والتي يكون بها وقت التنقل من فراغ لآخر قصير يزداد بها معدلات تدفق الحركة للمشاه، وينتج عنها أحياء متصلة تزداد بها التفاعلات الاجتماعية والتواصل الاجتماعي.
- وأضافت نتائج التحليل أنه بزيادة التنوع لإستعمالات الأراضي من الأنشطة الاقتصادية والتجارية وغيرها من الخدمات الأساسية، يزداد جذب الحركة ومعدلات التدفق وتوزيع البيع بالتجزئة. بالإضافة إلى أنه بزيادة الفراغات العمرانية العامة والفراغات الترفيهية من الحدائق والمسطحات الخضراء تزداد كل من (إمكانية المشي والصحة العامة والنشاط البدني والتفاعلات الاجتماعية والأنشطة البشرية) ويقل كل من (الإعتماد على الحركة الآلية والإنبعاثات الملوثة والأحمال الحرارية) مما يحافظ على البيئة.
- كما أكدت نتائج التحليل أنه بزيادة الكثافة البنائية مع كتل بنائية قصيرة يزداد سهولة الوصول إلى الوجهة المعنية، وتزداد إتصالية الأحياء وبالتالي يزداد الأمان وتعزيز المشي.

سلطت الورقة البحثية الضوء على مجموعة من المعايير والمؤشرات (تم إستنتاجها من الدراسات السابقة و الأمثلة التحليلية)، و التي يجب مراعاتها في العملية التصميمية للشكل العمراني لتعزيز نهج النظم الاجتماعية-الإيكولوجية و ضمان تصميم مرن ومستدام. ويمكن تصنيف هذه المعايير إلى معايير رئيسية محددة للأهداف المراد تحقيقها من الدراسة. وهم شبكة الشوارع ،تنوع إستعمالات الأراضي و

الحياة العمرانية ، الكثافة. على أن يندرج أسفل كل معيار رئيسي مجموعة من المعايير الفرعية التي يجب أيضاً توافرها في كل معيار رئيسي و التي تعتبر بمثابة منهجية يمكن إتباعها للوصول إلى المتطلبات المحددة لتحقيق المعايير الرئيسية. ، فنجد أن شبكة الشوارع لتصبح مؤثرة على الدمج البيئي والاجتماعي لابد أن تحقق كل من إمكانية الوصول Accessibility، و سهولة التنقل Mobility، و إمكانية المشي Walkability، الأمن Safety Street، وسائل النقل الفعالة Efficient Public Transport . بالإضافة إلى المؤشرات التي تعد أدوات قياس تُستخدم لتقييم الأداء بناءً على المعايير الفرعية والرئيسية، وتساعد في تحديد التقدم المُحرَز نحو الأهداف المحددة. و فيما يلي شرح مفصل لكل من المعايير الرئيسية و الفرعية و المؤشرات القياسية يظهر من خلال **جدول1.**

جدول1. المعايير لدمج النظم الاجتماعية-البيئية للوصول إلى عمران مرن المصدر: الباحثة

معايير أساسية	معايير فرعية	المؤشرات القياسية
شبكة الشوارع DISTANCE	الإتصالية Connectivity	عدد الاتصالات التي يمتلكها كل شارع إلى الشوارع المجاورة له مباشرة.
	إمكانية الوصول Accessibility	: إجمالي عدد تغييرات الاتجاه من جميع الشوارع إلى جميع (Integration)درجة الإندماج المكاني الآخرين.
	إمكانية الحركة Mobility	خلال الفراغات.(Flow): قياس الحركة ومعدلات التدفق (NACH) الإختيار الزاوي
		: مدى اندماج كل قطاع شارع بالنسبة لجميع القطاعات الأخرى من حيث (NAIN) الإندماج الزاوي العدد الإجمالي لتغييرات الاتجاه.
	إمكانية المشي Walkability	: عدد أقصر المسارات التي تمر عبر مساحة معينة أو عقدة داخل الشبكة (Choice)الإختيار المكانية.
	شبكة شوارع أمنه Safety Street Network	التي يلزم المرور عليها حتى نصل (Nodes): عدد التقاطعات (Total Depth)العمق الفراغي إلى الفراغ المراد.
		: إلى أى مدى يمكن للشخص أن يرى أو يتوجه من كل نقطة داخل (Visual Integration)الرؤية الفراغ
	وسائل النقل الفعالة Efficient Public Transport	: عدد أقصر المسارات (التي يُشار إليها غالبًا بـ "المسارات الطوبولوجية") التي (Choice)الإختيار تمر عبر مساحة معينة أو عقدة داخل الشبكة المكانية.
التنوع DIVERSITY	تنوع إستعمالات الأراضي land use Diversity	: مدى اندماج كل قطاع شارع بالنسبة لجميع القطاعات الأخرى من حيث (NAIN) الإندماج الزاوي العدد الإجمالي لتغييرات الاتجاه.
	تنوع الحياة الحضرية Diverse Urban Life	: إجمالي عدد تغييرات الاتجاه من جميع الشوارع إلى جميع (Integration)درجة الإندماج المكاني الآخرين.
		: عدد أقصر المسارات (التي يُشار إليها غالبًا بـ "المسارات الطوبولوجية") التي (Choice)الإختيار تمر عبر مساحة معينة أو عقدة داخل الشبكة المكانية.
الكثافة DENSITY	الكثافة البنائية Building Density	: مدى اندماج كل قطاع شارع بالنسبة لجميع القطاعات الأخرى من حيث (NAIN) الإندماج الزاوي العدد الإجمالي لتغييرات الاتجاه.
		(Ground Space إلى المساحات المفتوحة (Floor Space Index)نسبة المساحات المبنية Index)
الجوانب الاجتماعية Social Aspects	الإتصال الاجتماعي Social Interaction	نسب توفير الخدمات الترفيهية الاجتماعية (الفراغات العمرانية)، والخدمات الترفيهية الإيكولوجية (Green Spaces)
		درجة إمكانية الوصول للجميع إلى الخدمات الأساسية والمرافق العامة، بما في كثافة الأنشطة
		عدد الاتصالات التي يمتلكها كل شارع إلى الشوارع المجاورة (Connectivity) درجة الإتصالية .له مباشرة
	الأمن والسلامة Safety and Security	الكثافة البنائية وكتل حضرية قصيرة.
		الشوارع مع مداخل للمباني بنوافذ وأبواب في مستوى الطابق الأرضي.
		قياس معدلات الجرائم.
	الصحة والرفاهية Health and well-being	درجة إمكانية الوصول للخدمات الأساسية والترفيهية والمسطحات الخضراء.
		الإختيار (Choice): عدد أقصر المسارات التي تمر عبر مساحة معينة أو عقدة داخل الشبكة المكانية.
		مدى تنوع الأنشطة الاجتماعية المتاحة في الفراغات العمرانية.
		نسب الإنبعاثات الملوثة وجودة الهواء.
		إمكانية المشي: مدى توافر المسارات المخصصة للمشاة وراكبي الدراجات.
		نسبة السكان الذين يمارسون الأنشطة البدنية بانتظام. :(معدل النشاط البدني)
الجوانب الإيكولوجية Ecological	الحد من نسب الكربون الملوثة Reducing Carbon Pollution Levels	قياس نسبة الكربون الملوثة وجودة الهواء.
		نسبة وسائل النقل العامة مقارنة بالسيارات الخاصة.
		نسبة الطرق التي تحتوي على مسارات مخصصة للمشاة وراكبي الدراجات.
		قياس نسبة المساحات الخضراء إلى المباني.
		مدى توفير خيارات نقل مستدامة وتقليل الاعتماد على السيارات الخاصة
		نسب المساحات الخضراء وتوزيع وكثافة الأشجار لتوفير الظل وتبريد الهواء.

	التقليل من الأحمال الحرارية Reducing Thermal Loads	مدى استخدام مواد بناء صديقة للبيئة وقابلة لإعادة التدوير ومدى قدرتها على تقليل الأحمال الحرارية
	الراحة الحرارية PMV	تقييم درجات الحرارة.
		نسبة الرطوبة
		تحديد سرعة واتجاه الرياح
		نسبة ومساحة المناطق المظللة بواسطة الأشجار أو المباني

6 التوصيات

من خلال هذه الورقة البحثية يمكن تحديد بعض التوصيات لكل من صانعي القرار، المخططين و المصممين للعمران، الدراسات المستقبلية

التوصيات لصانعي القرار

- ينبغي على صانعي القرار وضع سياسات تدعم دمج النظم الاجتماعية-الإيكولوجية في التصميم العمراني لتحقيق مرونة اجتماعية وبيئية أكبر، خاصة في المناطق الحضرية المتأثرة بالتغيرات المناخية.
- تشجيع التعاون بين الأكاديميين، المصممين العمرانيين، والمجتمعات المحلية لتطوير حلول مبتكرة تدمج الاستدامة الاجتماعية والبيئية في البيئة المبنية وتستعين بنظرية تحليل بنية الفراغ لتطوير العمران و جعله أكثرإستدامة و مرونة.

التوصيات للمخططين و المصممين في العمران

- على المخططين و المصممين تبني منهجيات تخطيط شاملة كإستخدام نهج النظم الاجتماعية-الإيكولوجية واعتماد نظرية تحليل بنية الفراغ كأداة تشخيصية رئيسية و كإطار عمل لتوجيه عمليات التخطيط العمراني، لضمان أن المدن تتمتع بالمرونة وتستطيع مواجهة التغيرات المناخية والكوارث الطبيعية.
- تعزيز التواصل الاجتماعي و الاهتمام بالعوامل البيئية من خلال تصميم شبكات الشوارع المزودة بالفراغات العامة لتعزيز التفاعل الاجتماعي، و النباتات والمسطحات الخضراء لتقليل التلوث و الأحمال الحرارية. بما يعزز من مرونة المدينة في مواجهة التغيرات المناخية.
- إعطاء الأولوية للتنقل النشط والمستدام من خلال تصميم مسارات آمنة وجذابة للمشي وركوب الدراجات تربط بين المناطق المختلفة، مما يقلل الاعتماد على السيارات ويعزز من الصحة العامة.

التوصيات للدراسات المستقبلية

- توسيع نطاق الدراسات التطبيقية من خلال دراسة أمثلة إضافية من مدن حول العالم تطبق نهج النظم الاجتماعية-الإيكولوجية، لتوفير نماذج متعددة يمكن تبنيها في السياقات المحلية.
- تطوير أدوات قياس وتقييم جديدة من خلال ابتكار مؤشرات ومعايير جديدة لقياس نجاح المشاريع العمرانية التي تدمج بين الجوانب الاجتماعية والإيكولوجية، وتحليل فعالية هذه التدخلات في مواجهة التغيرات المناخية.
- استكشاف سيناريوهات مستقبلية للتصميم العمراني من خلال إستخدام نماذج محاكاة ودراسات سيناريوهات مستقبلية لفهم كيف يمكن للتغيرات المورفولوجية والتغيرات المناخية أن تؤثر على تصميمات المدن في المستقبل، وتطوير استراتيجيات جديدة للاستجابة لتلك التغيرات.

المراجع

1. Aalto, H.E., Marcus, L., Torsvall, J.: Towards a social-ecological urbanism: Co-producing knowledge through design in the Albano Resilient Campus project in Stockholm, (2018). https://doi.org/10.3390/su10030717.
2. de Koning, R., Tan, W.G.Z., Van Nes, A.: Assessing spatial configurations and transport energy usage for planning sustainable communities. Sustain. 12, (2020). https://doi.org/10.3390/su12198146.
3. Colding, J., Samuelsson, K., Marcus, L., Gren, Å., Legeby, A., Pont, M.B., Barthel, S.: Frontiers in Social–Ecological Urbanism. Land. 11, (2022). https://doi.org/10.3390/land11060929.
4. JOUR, T.-, AU - Holzer, J., AU - Carmon, N., AU - Orenstein, D.: A methodology for evaluating transdisciplinary research on coupled socio-ecological systems. Ecol. Indic. 85, (2017).
5. Renn, O.: Transdisciplinarity: Synthesis towards a modular approach. Futures. 130, 102744 (2021). https://doi.org/10.1016/j.futures.2021.102744.
6. Lawrence, R.J., Després, C.: Futures of Transdisciplinarity. Futures. 36, 397–405 (2004). https://doi.org/10.1016/j.futures.2003.10.005.
7. Berkes.F, Folke.C: Linking Social and Ecological Systems: Management Practices and Social Mechanisms for Building Resilience. Cambridge Univ. (1998).
8. Herrero-Jáuregui, C., Arnaiz-Schmitz, C., Reyes, M.F., Telesnicki, M., Agramonte, I., Easdale, M.H., Schmitz,

M.F., Aguiar, M., Gómez-Sal, A., Montes, C.: What do we talk about when we talk about social-ecological systems? A literature review. Sustain. 10, (2018). https://doi.org/10.3390/su10082950.

9. Ostrom, E.: A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. Science (80-.). 325, (2009). https://doi.org/10.1126/science.1170749.
10. Holling, C.S.: Resilience and Stability of Ecological Systems. Annu. Rev. Ecol. Syst. 14, 1–23 (1973).
11. Berkes, F., Colding, J., Folke, C.: Navigating Social-Ecological Systems. Cambridge Univ. Press. (2003). https://doi.org/10.1017/cbo9780511541957.003.
12. Reyers, B., Folke, C., Moore, M.L., Biggs, R., Galaz, V.: Social-ecological systems insights for navigating the dynamics of the anthropocene. Annu. Rev. Environ. Resour. 43, 267–289 (2018). https://doi.org/10.1146/annurev-environ-110615-085349.
13. González Gaudiano, E.J., Bello Benavides, L., Maldonado González, A.L., Cruz Sánchez, G.E., Méndez Andrade, L.M.: New challenges for environmental education: vulnerability and social resilience in the face of climate change. UNED Res. J. 11, S71–S77 (2019). https://doi.org/10.22458/urj.v11i1.2324.
14. Marcus, L.: Ecological space and cognitive geometry: Linking humans and environment in space syntax theory. SSS 2015 - 10th Int. Sp. Syntax Symp. (2015).
15. Hillier, B., Hanson, J.: The social logic of space. Cambridge University Press (1984). https://doi.org/10.1017/cbo9780511597237.
16. Hillier, B.: Exploring the frontiers of space. Urban Morphol. Juronal Int. Semin. Urban Form. 24,.
17. حسام الدين محمد بكر خليل: عمارة المنزل عند حسن فتحي دراسة تحليلية بإستخدام تقنية تحليل بنية الفراغ. Eng. Res. J. 121, (2009).
18. Li, D., Yan, X., Yu, Y.: The Analysis of Pingyao Ancient Town Street Spaces and View Spots Reachability by Space Syntax. J. Data Anal. Inf. Process. 04, 177–186 (2016). https://doi.org/10.4236/jdaip.2016.44015.
19. van Nes, A.: Space Syntax in Theory and Practice. 237–257 (2014). https://doi.org/10.1007/978-3-319-08299-8_15.
20. van Nes, A., Yamu, C.: Analysing Linear Spatial Relationships: The Measures of Connectivity, Integration, and Choice. (2021). https://doi.org/10.1007/978-3-030-59140-3_2.
21. Marcus, L.: Spatial capital: A proposal for an extension of space syntax into a more general urban morphology. Chalmers Univ. Technol. 1, 254–257 (2010).
22. Marcus, L.: Spatial Capital and How To Measure it: an outline of an analytical theory of the social performativity of urban form., (2007).
23. Koramaz, E.: The Spatial Context of Social Integration. Soc. Indic. Res. 119, (2014). https://doi.org/10.1007/s11205-013-0481-x.
24. Marcus, L., Colding, J.: Toward an integrated theory of spatial morphology and resilient urban systems. Ecol. Soc. 19, (2014). https://doi.org/10.5751/ES-06939-190455.
25. van Nes, A.: Spatial configurations and walkability potentials. Measuring urban compactness with space syntax. Sustain. 13, (2021). https://doi.org/10.3390/su13115785.
26. Barthel, S., Colding, J., Erixon, H., Ernstson, H., Grahn, S., Kärsten, C., Marcus, L., Torsvall, J.: Principles of Social Ecological Design: Case Study Albano Campus, Stockholm. (2013).
27. de Koning, R.E., Roald, H.J., van Nes, A.: A scientific approach to the densification debate in Bergen centre in Norway. Sustain. 12, 1–21 (2020). https://doi.org/10.3390/su12219178.
28. Marcus, L., Bobkova, E., Berghauser Pont, M.: Final Report Molndal (Part2). Soc. Urban. Stud. 2022. (2022).
29. Osman, K.M., Suliman, M.: The space syntax methodology: fits and misfits. Archit. Comport. Behav. 10, 189–204 (1994).
30. Marcus, L., Bobkova, E., Berghauser Pont, M.: Final Report I Hisingen (Part 1). Soc. Urban. Stud. 2021. 1, (2021).
31. Forsmark, L., Sandman, K., Schoberleitner, S., Wirth, L.: Final Report Hisingen (Part 2). Soc. Urban. Stud. 1, (2021).
32. Dion-Barbin, N., Mirsadeghi, S., Cruz, P.C. de la, Larborn, I., Bauer, G.: Final Report Molndal (Part 1). Soc. Urban. Stud. (2022).
33. Lambert, P., Lofgren, S., Karlkvist, K., Lindfors, E., Nyman, J.: Final Report Molndal. Soc. Urban. Stud. 2, (2021).
34. Nilsson, J., Marcus, L.: SELECTED PROJECTS: FINAL REPORT | VOL . 2 | BISKOPSGÅRDEN. Spat. Morphol. Des. Stud. 2, (2020).
35. Berghauser Pont, M., Stavroulaki, G., Marcus, L.: Development of urban types based on network centrality, built density and their impact on pedestrian movement. Environ. Plan. B Urban Anal. City Sci. 46, 1549–1564 (2019). https://doi.org/10.1177/2399808319852632.
36. Karlsson, N.: Infrastruktur och människors transportval. UMEA Univ. (2023).
37. Romice, O., Rudlin, D., Alwaer, H., Greaves, M., Thwaites, K., Porta, S.: Setting urban design as a specialised, evidence-led, coordinated education and profession. Proc. Inst. Civ. Eng. Urban Des. Plan. 175, 179–198 (2022). https://doi.org/10.1680/jurdp.22.00023.
38. Cohn, A.G., Mark, D.M.: Spatial Information Theory. (2005). https://doi.org/10.1007/978-3-642-23196-4.