تحديد خطوط ارتداد البناء الساحلي من منظور الحلول القائمة على الطبيعة (NbS): دراسة حالة مدينة داليان

أن يي بين، شو شياولي، رونغ يوي جينغ، تشانغ نينغ، يانغ لي كون

الملخص

تعد خطوط ارتداد البناء الساحلي أداة رقابية شائعة في الدول الساحلية لضبط التنمية في المناطق الساحلية، وهي أساس مهم لتوجيه التخطيط والبناء وتشغل موقعا محوريا في التخطيط المتخصص للمناطق الساحلية. وبسبب تعدد احتياجات التنمية في هذه المناطق، ما زالت طرق تحديد خطوط الارتداد القائمة تعاني قيودا عند التعامل مع تعدد أنماط الشواطئ ومتطلبات حماية النظم الإيكولوجية. وانطلاقا من حاجات الحوكمة المكانية للسواحل، تؤكد هذه الدراسة مبدأي التنسيق بين البر والبحر والأولوية الإيكولوجية. وبالاستناد إلى الأساليب التقنية القائمة، تقدم مفهوم الحلول القائمة على الطبيعة (NbS)، وتدمج تحليل التراكب المكاني متعدد العوامل، وتبني طريقة تقنية لتحديد خطوط ارتداد البناء الساحلي من منظور NbS. طُبقت الطريقة في داليان، وهي مدينة ساحلية مهمة في شمال الصين. وتبين النتائج أن الطريقة المقترحة، مقارنة بالأساليب السابقة، توفر عتبات ارتداد أكثر شمولا للخطوط الساحلية المعقدة في التخطيط العملي، ويمكن أن تقدم دعما تقنيا لتخطيط وإدارة المناطق الساحلية في داليان، وكذلك لحماية النظم الإيكولوجية الساحلية وتنميتها المستدامة.

الكلمات المفتاحية

التخطيط المتخصص للمناطق الساحلية؛ الحلول القائمة على الطبيعة (NbS)؛ خط ارتداد البناء الساحلي؛ مخاطر الكوارث والقدرة على الصمود؛ خدمات النظم الإيكولوجية

1 خلفية خطوط ارتداد البناء الساحلي وتحليلها

تمثل المناطق الساحلية نظما إيكولوجية مركبة تقع في منطقة انتقالية بين البر والبحر، وتمتاز بتنوع أنماط النظم الإيكولوجية، وغنى الموارد الطبيعية، وتعدد الأنشطة الاقتصادية والاجتماعية. ولذلك فهي الحامل المكاني الأهم لتنفيذ استراتيجية التنمية المنسقة بين البر والبحر [1]. ويتحول التخطيط المكاني الإقليمي في الصين من إعداد خطط منفردة إلى بناء منظومة تنسيقية متعددة المستويات والأنواع، تستخدم حدود الحماية الأساسية وخطوط التحكم لتعزيز فاعلية تنفيذ التخطيط [2-3]. أما الخطط المتخصصة لحماية المناطق الساحلية واستخدامها، والمعدة من منظور التنسيق بين البر والبحر، فتتجاوز نمط التفكير التقليدي القائم على "تحديد البحر من البر"، وتحقق، ضمن إطار منهجي، تحسينا شاملا ومتكاملا للبنية المكانية وحوكمة المناطق الساحلية [4].

وبحسب خصائص خط الساحل وسمات البيئة الطبيعية، فإن خط ارتداد البناء الساحلي هو خط رقابي يُرسم بالتراجع مسافة معينة إلى جهة البر انطلاقا من خط الساحل، ويحظر أو يقيد أنشطة البناء. ويأخذ هذا الخط في الاعتبار على نحو شامل آثار الكوارث البحرية، وحماية سلامة النظم الإيكولوجية، وتوسيع المجال العام القريب من البحر [5]. ومن ثم فإن تحديده علميا يعد حلقة أساسية في إدارة المناطق الساحلية، وأداة مهمة لتحقيق التنسيق بين البر والبحر، وإجراء ذا معنى لتقليل مخاطر الكوارث البحرية وحماية النظم الإيكولوجية الساحلية.

1.1 تقدم الممارسات الدولية

بدأت البحوث والممارسات المتعلقة بخطوط ارتداد البناء الساحلي في الدول الساحلية الرئيسية في أوروبا وأمريكا الشمالية خلال سبعينيات وثمانينيات القرن العشرين. ومن خلال تعيين مناطق يحظر أو يقيد فيها البناء في الشواطئ ومناطق المد والجزر، فرضت هذه الدول رقابة صارمة على أنشطة التنمية الساحلية (الجدول 1) [6]. وتستند الحالات ذات الصلة غالبا إلى اعتبار مركب لعوامل متعددة، منها أحداث المناخ المتطرف، وتطور الأشكال الجيومورفولوجية، وتغير المناخ. وتختلف مسافات الارتداد بين المناطق اختلافا كبيرا تبعا لاختلاف الظروف الطبيعية والحاجات الوظيفية. ففي هاواي، حيث ترتفع الحاجة إلى الأنشطة المرتبطة بالماء، لا تتجاوز مسافة ارتداد البناء الساحلي 12 م [7]. أما في مناطق المانغروف الإندونيسية ذات متطلبات الحماية الإيكولوجية الأعلى، فتصل المسافة إلى 400 م [8-18]. وقد دفع هذا التباين الواضح إلى تعميق البحث في المنظومة النظرية لتحديد خطوط الارتداد.

الجدول 1. مقارنة نظم ارتداد البناء الساحلي في عدد من الدول والمناطق [9-18]

الدولة	الأساس القانوني	آلية الإدارة	أمثلة مسافة الارتداد	فترة	أساس التحديد

	أو السياسي	الأساسية		التنفيذ	
الولايات المتحدة	قانون إدارة المناطق الساحلية وقوانين اتحادية وقوانين ولايات، مثل قوانين كاليفورنيا وفلوريدا، 1972	خطوط ارتداد ديناميكية على أساس التعرية التاريخية ومناطق عازلة؛ ارتداد متدرج	كاليفورنيا: 30-60 م في المتوسط؛ فلوريدا: تحديد ديناميكي بحسب معدلات التعرية، مع ارتداد بعض المناطق 50-100 م؛ هاواي: 40 ضعفا لمسافة معدل التعرية السنوي، أي نحو 20-100 م	منذ سبعينيا ت القرن العشرين	معدل التعرية ونماذج العواصف البحرية
أستراليا	قانون حماية السواحل، على مستوى الولايات، 1979	خطوط تعرية لمئة عام، وتجديد تكيفي، ومنع البناء الجديد في مناطق الارتداد	نيو ساوث ويلز: خط تعرية مئة عام مع عازل 20 م، بإجمالي ارتداد نحو 50-150 م؛ كوينزلاند: تحديد ديناميكي بناء على توقعات ارتفاع مستوى البحر، بمتوسط 30-80 م	منذ ثمانينيات القرن العشرين	توقعات ارتفاع مستوى البحر وتحليل GIS
نيوزيلندا	قانون إدارة الموارد، 1991	تقسيم مناطق الأخطار الطبيعية، ونمذجة ديناميكية، وتشاور مجتمعي	أوكلاند: ارتداد أساسي 30 م مع عازل خطر إضافي، وقد يصل الإجمالي إلى 100 م؛ ساحل ويلنغتون: على أساس عواصف باحتمال سنوي 1%، ارتداد 50-200 م	منذ 1991	نماذج خطر احتمالية
هولندا	الخطة الوطنية للمياه، 2009	إتاحة مجال للارتداد، مع دمج التحكم بالفيضانات والإيكولوجيا؛ تصميم قادر على الصمود	مناطق الدلتا المنخفضة: ارتداد إلزامي 500-1000 م؛ دلتا الراين-الماس: ارتداد جزئي 300-500 م مع السدود	منذ تسعينيا ت القرن العشرين	نماذج هيدرولوجية ومعايير حماية من فيضان الألف عام
اليابان	قانون السواحل، 1956	مناطق حفظ السواحل وخطان مزدوجان للارتداد في مناطق التسونامي	المناطق الساحلية العامة: 30-50 م مع قيود على نوع البناء؛ مناطق خطر التسونامي العالي مثل فوكوشيما: أكثر من 1 كم؛ أوكيناوا: 50-100 م في مناطق الأعاصير المتكررة	منذ 1956، مع تعديلات	بيانات كوارث تاريخية وتحليل طبوغرافي
المملكة المتحدة	قانون الوصول البحري والساحلي، 2009	تخطيط مرن قائم على الانسحاب المدار	ساحل نورفولك: 100-200 م في مناطق التعرية الشديدة؛ شرق إنجلترا: تعديل ديناميكي، مع ارتداد لا يقل عن 50 م في المناطق التي يتجاوز معدل التعرية السنوي فيها 2 م	منذ العقد الأول من القرن الحادي والعشرين	رصد تعرية الساحل وتوقعات تغير المناخ

1.2 البحوث والممارسات المحلية

على الرغم من أن البحث في خطوط ارتداد البناء الساحلي في الصين بدأ متأخرا نسبيا، فقد أخذت الدراسات الحديثة تربط خدمات النظم الإيكولوجية بتحديد خطوط الارتداد. وتنطلق بعض الدراسات من الحاجات الوظيفية، فتحدد الارتداد بحسب وظائف استخدام المجال البحري، أو وظائف الساحل، أو وظائف خدمات النظم الإيكولوجية البحرية [7,18-19]. وتبني دراسات أخرى أطر

تحليل علمية وطرقا تقييمية متكاملة لتحديد خطوط الارتداد على نحو أكثر عقلانية [7,20]. كما توجد مقاربات تعتمد على نماذج ثلاثية الأبعاد للمشهد الواقعي، غير أن تطبيقها لا يزال محدودا [21].

في عامي 2021 و2024، أصدرت وزارة الموارد الطبيعية "دليل إعداد خطط الحماية والاستخدام المتكاملين للمناطق الساحلية على مستوى المقاطعات (تجريبي)" [5] (ويشار إليه فيما يلي باسم "الدليل") و"الإرشادات التقنية لتحديد خطوط ارتداد البناء الساحلي (مسودة للاعتماد)" [22] (ويشار إليها فيما يلي باسم "الإرشادات التقنية")، بما دفع أعمال تحديد خطوط الارتداد في المناطق الساحلية. غير أن المناطق الساحلية تنطوي على احتياجات تنموية متعددة الأبعاد، ولذلك ما زالت الطرق الواردة في هذه الوثائق وفي الدراسات ذات الصلة محدودة. فهي تقوم أساسا على تحليل نمط واحد من خطوط الساحل، ولا تستطيع أن تعكس بالكامل متطلبات الاستجابة للكوارث، وخدمات النظم الإيكولوجية، وإمكانات عزل الكربون، وضبط استخدامات فضاءات الإنتاج والمعيشة في إطار تنمية منسقة بين البر والبحر. وقد زاد ذلك من حدة التعارض بين الطلب الاقتصادي والاجتماعي على استخدام البر والبحر وحماية البيئة البحرية [23-24].

1.3 تحليل المشكلات والتأملات

أصبح تحديد خطوط الارتداد الساحلي موضع اهتمام في البحث الأكاديمي والممارسة التخطيطية. وبسبب تعدد الاحتياجات التنموية في المناطق الساحلية، لا تزال شروط التقييد ونظم التصنيف والتدرج الخاصة بتحديد خطوط الارتداد بحاجة إلى مزيد من التعمق. أولا، ما زال البحث في آليات تقييد خطوط الارتداد محدودا، ولم تتكون بعد منظومة نظرية منهجية. وتعتمد الطرق القائمة أساسا على تحليل نمط ساحلي واحد، لذلك يصعب عليها أن تعكس متطلبات متعددة في إطار التنسيق بين البر والبحر، مثل مخاطر الكوارث والقدرة على الصمود، وخدمات النظم الإيكولوجية، وإمكانات عزل الكربون. وهذا يفاقم، إلى حد ما، التوتر بين التنمية الاقتصادية والاجتماعية والحماية الإيكولوجية البحرية. ثانيا، لم يترسخ التفكير المنهجي بما يكفي، وغالبا ما تهمل العلاقة بين تحديد خط الارتداد والحوكمة المكانية الكلية. فإلى جهة البر من المناطق الساحلية تتوزع أنواع متعددة من أشكال الأرض، وعناصر الموارد الطبيعية، والمنشآت الاصطناعية؛ ولا يكفي الاعتماد على مسافة ثابتة واحدة لضمان اتصال مجال الارتداد وتكامله، بل قد يؤدي إلى تقاطع خطوط التحكم وتفتت الفضاء [25]. وفي الوقت نفسه، تفرض التدابير القائمة لمناطق الارتداد متطلبات صارمة أساسا على مشروعات البناء الجديدة، بينما تفتقر إدارة الفضاء المبني القائم إلى الدعم السياسي والتقني الملائم، مما يضعف عملية تحديد خطوط الارتداد وفعاليتها [26].

1.4 حاجات البحث واتجاهه

استجابة لهذه المشكلات، تنطلق هذه الدراسة من متطلبات التنسيق بين البر والبحر في التخطيط المكاني الإقليمي، وتستخدم العمليات الطبيعية أساسا لتحسين الطريقة التقنية لتحديد خطوط ارتداد البناء الساحلي. وتتبع الطريقة المقترحة منظور التحكم المنهجي في الفضاء، وتشدد على التنسيق مع العمليات الطبيعية، وتسعى إلى تعزيز المرونة الإيكولوجية ووظائف خدمات النظم الإيكولوجية في المجال الإقليمي عند التعامل مع تحديات اجتماعية مثل تغير المناخ والوقاية من الكوارث والتخفيف من آثارها. كما تراعي قابلية التكرار في سياقات طبيعية واقتصادية مختلفة، وتربط بفاعلية بين خصائص المناطق واحتياجاتها، بما يجعل طريقة التحديد قابلة للتشغيل وخط التحكم الناتج قابلا للتنفيذ [27-29].

2 إطار منهجي لتحديد خطوط ارتداد البناء الساحلي

2.1 إدخال الإطار التقني للحلول القائمة على الطبيعة

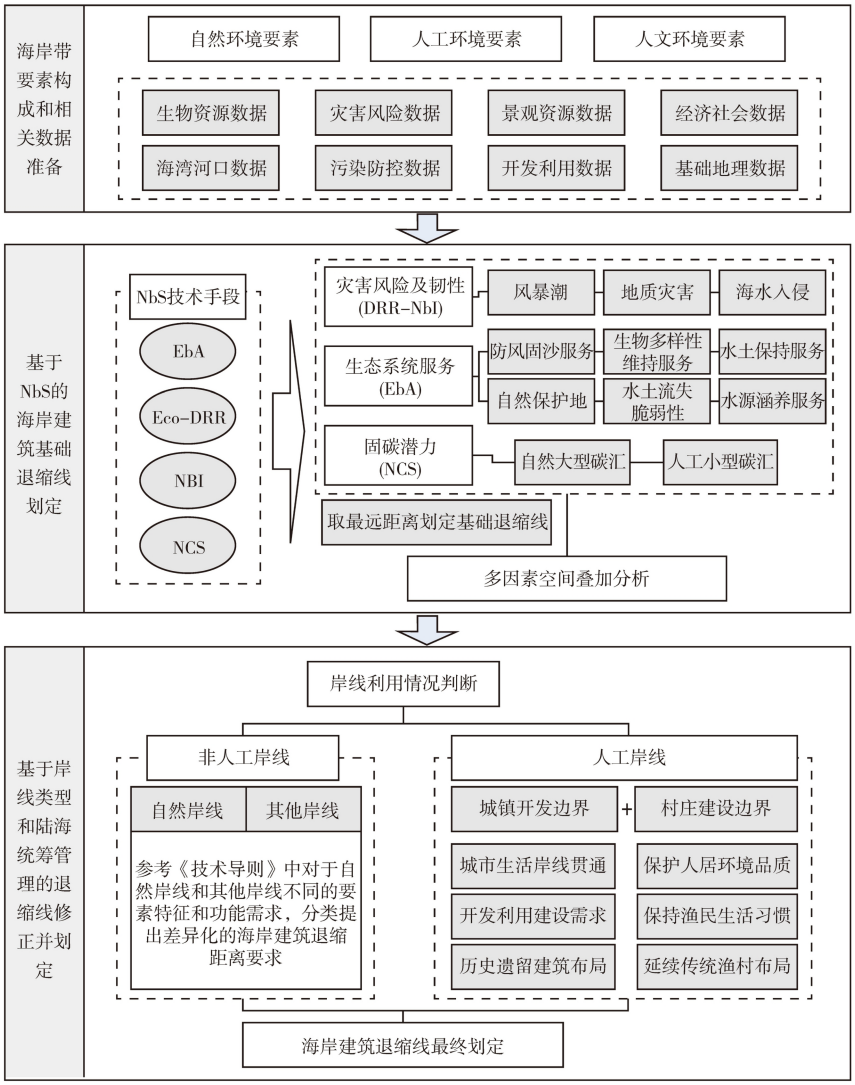
تعد الحلول القائمة على الطبيعة (NbS) مسارا تقنيا مهما لبناء الحضارة الإيكولوجية، وهي منسجمة بدرجة عالية مع أهداف الحماية الإيكولوجية والتنمية الآمنة في المناطق الساحلية. ويتمثل جوهرها في حماية النظم الإيكولوجية واستعادتها وتحسينها، من أجل تنسيق الوقاية من الكوارث والتخفيف من آثارها، وحماية التنوع الحيوي، وزيادة عزل الكربون، وغيرها من الأهداف [30-32]. ويمكن لذلك أن يعالج بفاعلية محدودية خطوط ارتداد البناء الساحلي التقليدية التي تعتمد على عتبة كارثة واحدة أو على عناصر إيكولوجية معزولة. وبالمقارنة مع التحكم بمسافة ثابتة، تؤكد NbS التنظيم المتكامل القائم على وظائف النظم الإيكولوجية، وتوفر أساسا نظريا للانتقال من "التحكم بالمسافة" إلى "التحكم بالوظيفة". كما تتسق مع أهداف إيكولوجيا السواحل الواردة في "الخطة العامة الوطنية للمشروعات الكبرى لحماية النظم الإيكولوجية المهمة واستعادتها (2021-2035)".

2.2 إطار تحديد خطوط الارتداد

استنادا إلى NbS، تقترح هذه الدراسة نموذجا للتحليل والتقييم متعدد العوامل لارتداد البناء الساحلي، إضافة إلى طريقة منهجية لتصحيح خطوط الارتداد بحسب استخدام خط الساحل (الشكل 1). وينطلق الإطار من مفهوم NbS ويدمج أربع مقاربات تقنية

كأساس لبناء فضاء الارتداد: التكيف القائم على النظم الإيكولوجية (EbA)، والحد من مخاطر الكوارث القائم على النظم الإيكولوجية (Eco-DRR)، والبنية التحتية القائمة على الطبيعة (NbI)، والحلول المناخية الطبيعية (NCS). يؤكد EbA تحسين القدرة على التكيف المناخي عبر حماية وظائف خدمات النظم الإيكولوجية واستعادتها وإدارتها المستدامة. ويركز Eco-DRR على تعزيز مرونة النظم الإيكولوجية لتقليل آثار الكوارث. أما NbI فيستخدم العمليات الطبيعية لمعالجة التكيف المناخي وإدارة مخاطر الكوارث وتوفير الموارد وغيرها من التحديات. وتستفيد NCS من إمكانات عزل الكربون ووظائف تنظيم المناخ في النظم الطبيعية.

وبالنظر إلى أن الطرق القائمة لتحديد ارتداد المباني الساحلية لا تقترن بما يكفي بهذه الأهداف التقنية الأربعة للحلول القائمة على الطبيعة، تبني الدراسة ثلاثة أبعاد مكانية: مخاطر الكوارث والقدرة على الصمود (DRR-NbI)، وخدمات النظم الإيكولوجية (EbA)، وإمكانات عزل الكربون (NCS). ثم يستخدم تحليل التراكب المكاني متعدد العوامل، وتؤخذ أبعد مسافة لتحديد خط ارتداد أساسي. وتراعي الدراسة كذلك نوع خط الساحل وتدخل عوامل إدارة منسقة بين البر والبحر، مثل التطوير الحالي والمخطط للأرض، والمباني القائمة، وحدود التنمية الحضرية، وحدود بناء القرى. وتستخدم هذه العوامل لتصحيح الخط الأساسي وتشكيل خط الارتداد النهائي للبناء الساحلي.



الشكل 1. المسار التقني لتحديد خطوط ارتداد البناء الساحلي.

2.3 نموذج التحليل والتقييم متعدد العوامل القائم على NbS

2.3.1 مخاطر الكوارث والقدرة على الصمود (DRR-NbI)

بالاستناد إلى البيانات المكانية التاريخية لمختلف الكوارث، تنظر الدراسة في آثار ثلاثة أخطار رئيسية مرتبطة بالموارد الطبيعية: العواصف البحرية، والكوارث الجيولوجية، وتداخل مياه البحر. وتبني نموذجا لتقييم مخاطر الكوارث، وتستخدم الحد الخارجي الأبعد لمنطقة الخطر الأعلى مستوى مسافة لارتداد الساحل. ويصاغ نموذج تقييم عامل DRR-NbI كما يلي:

(1) R = (H / Hmax) x (E / Emax) x (V / Vmax)

حيث يمثل R مؤشر خطر الكارثة، وH الخطورة، أي احتمال وقوع الكارثة وشدتها الفيزيائية؛ وE التعرض، بما يشمل السكان والممتلكات والبنية التحتية في المناطق المتأثرة؛ وV الهشاشة، أي قابلية العناصر المعرضة للضرر وقدرتها على مقاومة الكوارث.

2.3.2 خدمات النظم الإيكولوجية (EbA)

في جانب خدمات النظم الإيكولوجية، ومع مراعاة موائل الكائنات المائية وسلامة مياه الشرب، تستخدم الدراسة طريقة الغابة العشوائية في التعلم الآلي لتحليل العلاقة الكمية بين عتبات ارتداد البناء الساحلي وجودة المياه. وجمعت خمسة أنواع من البيانات حول مواقع رصد جودة المياه البحرية في داليان: أنواع استخدامات البحر المرتبطة بالمصايد، والمسافة بين المباني وخط الساحل، والوضع الحالي لاستخدام وظائف خط الساحل، وفئة جودة المياه، والبيانات المناخية. وقسمت البيانات إلى مجموعة اختبار ومجموعة تدريب بنسبة 1:4. وبعد تكرارات ملاءمة متعددة، تجاوزت جودة الملاءمة 0.7، وحاكت الدراسة مسافات عتبات الارتداد اللازمة لحماية جودة المياه.

وتراعي الدراسة كذلك المناطق المهمة لخدمات كسر الرياح وتثبيت الرمال، وحفظ مصادر المياه، وصون التربة والمياه، وهشاشة التعرية، والحفاظ على التنوع الحيوي. والهدف هو تجنب وتقليل الآثار الإيكولوجية السلبية لأنشطة التنمية على نحو شامل قدر الإمكان، وتوفير حماية مركزة للمناطق الساخنة للتنوع الحيوي، وموائل الأنواع المهددة، وممرات الهجرة، والنظم الإيكولوجية المميزة.

2.3.3 إمكانات عزل الكربون (NCS)

في جانب إمكانات عزل الكربون، تنظر الدراسة أولا في حماية مصارف الكربون الطبيعية. فغابات المانغروف، مثلا، تعد حواجز إيكولوجية ساحلية رئيسية، ويتطلب خط الارتداد أن يترك مساحة كافية للمحافظة على وظيفة التخفيف من الكوارث. وبالنسبة إلى المناطق الطبيعية المحمية، تطبق قيود تحكم صارمة: يجب أن يتجنب خط الارتداد المناطق الأساسية للمحميات بالكامل، وتوضع قيود تنمية صارمة على مناطقها العازلة. أما مصارف الكربون الأصغر، مثل أشجار الشوارع والشجيرات والحدائق والمساحات الخضراء الحضرية، فتتعامل معها الدراسة من منظور التخطيط المكاني، وتحمي وظائفها في عزل الكربون قدر الإمكان، مع إنشاء مناطق تنسيق ومناطق عازلة لحماية مصارف الكربون حول المناطق الساحلية.

2.3.4 التراكب المكاني متعدد العوامل

تدمج العوامل السابقة باستخدام طريقة تراكب مكاني مرجحة متعددة العوامل تجمع بين مخاطر الكوارث والقدرة على الصمود (DRR-NbI)، وخدمات النظم الإيكولوجية (EbA)، وإمكانات عزل الكربون (NCS). وترد الصيغة كما يلي:

(2) M = f max sum(i=m)(Di x Ri)

حيث يمثل M مسافة الارتداد تحت تأثير العوامل المتعددة، وDi مسافة الارتداد تحت تأثير العامل i، وRi معامل تصحيح العامل i، وm مجموعة العوامل التي تشمل DRR-NbI وEbA وNCS. ويُقيَّم معامل التصحيح Ri بواسطة سبعة خبراء في الإيكولوجيا والكوارث والتخطيط باستخدام طريقة دلفي، ويمكن معايرته بدرجة ملائمة وفق الظروف الطبيعية وخصائص الخطر في مناطق الدراسة المختلفة.

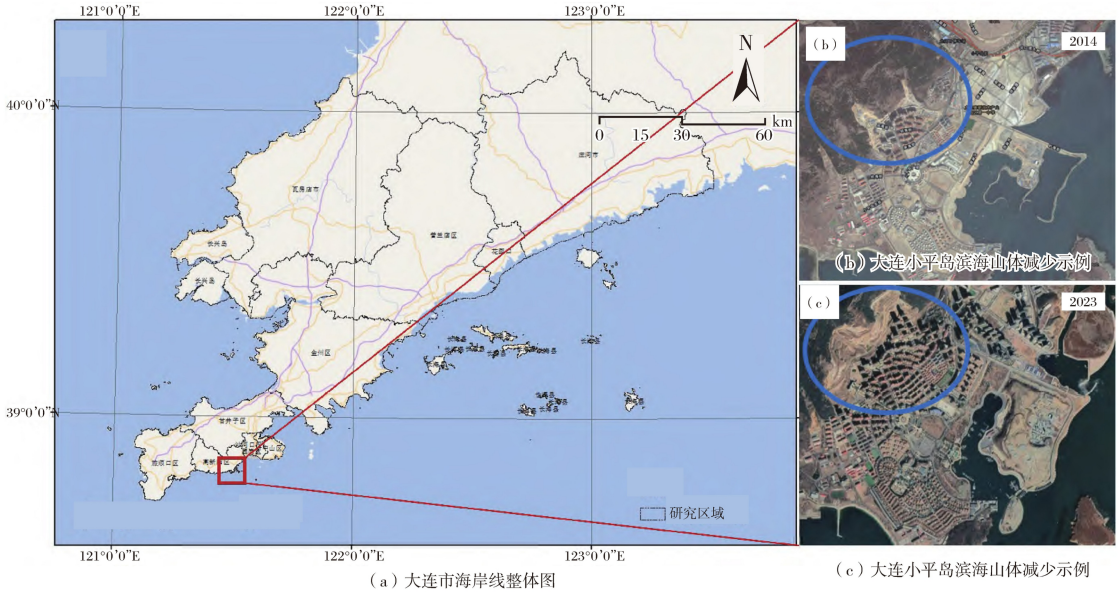
وعلى أساس التراكب المكاني، يصحح حد ارتداد البناء الساحلي بحسب نوع خط الساحل. ففي الخطوط الساحلية الاصطناعية، تدمج الطريقة حاجات إدارة البناء الحضري والقروي، وتركز على عوامل مثل استمرارية ساحل الحياة الحضرية، وحاجات التنمية والاستخدام، وضمان فضاء التنمية الريفية. وبذلك تصحح خطوط الارتداد داخل حدود التنمية الحضرية وحدود بناء القرى. أما الخطوط الساحلية غير الاصطناعية، فتقترح لها متطلبات ارتداد متمايزة بحسب خصائص عناصرها وحاجاتها الوظيفية، سواء أكانت خطوطا طبيعية أم أنواعا أخرى.

3 دراسة تطبيقية: تحديد خطوط ارتداد البناء الساحلي في داليان

3.1 الوضع الراهن لمنطقة داليان الساحلية

تقع داليان في أقصى جنوب شبه جزيرة لياودونغ، ويحيط بها البحر من ثلاث جهات، وتتحكم في الممر بين البحر الأصفر وبحر بوهاي. وهي مدينة ساحلية مهمة تصل شمال شرق آسيا بالقارة الأوراسية، وتملك أطول خط ساحلي وأكثره تنوعا في شمال الصين. وعلى الرغم من أن "الخطة الحضرية العامة (2001-2020)" و"لوائح مدينة داليان لحماية البيئة البحرية" وضعتا متطلبات مبدئية

لارتداد البناء الساحلي، فإن هذه المتطلبات ظلت طويلا تفتقر إلى طرق تقنية واضحة ودعم مؤسسي، ولم تنفذ بفاعلية. ونتيجة لذلك، استمر تقلص خطوط الساحل الطبيعية والفضاء الإيكولوجي الساحلي في داليان (الشكل 2)، وتفاقمت مخاطر مثل العواصف البحرية وتداخل مياه البحر، كما تراجعت استمرارية الفضاء العام الساحلي وجودة البيئة السكنية والمنظرية. وهذا يبرز الحاجة العملية الملحة إلى بناء منظومة علمية وقابلة للتشغيل لتحديد خطوط ارتداد البناء الساحلي وضبطها.



(a) 大连市海岸线整体图　　(c) 大连小平岛滨海山体减少示例

الشكل 2. الخط الساحلي العام لمدينة داليان ومثال على ضغط الفضاء الإيكولوجي الساحلي.

3.2 مخاطر الكوارث والقدرة على الصمود (DRR-Nbl)

في بعد مخاطر الكوارث والقدرة على الصمود، تصنف الدراسة الأخطار الطبيعية الرئيسية الثلاثة التي تواجه المنطقة الساحلية في داليان. وتقسم مخاطر العواصف البحرية والكوارث الجيولوجية إلى أربعة مستويات، وتقسم مخاطر تداخل مياه البحر إلى مستويين. كما توطن مكانيا المناطق التي تأثرت بكل كارثة خلال السنوات العشر الأخيرة، وكذلك مناطق التأثير القصوى، كما يبين الشكل 3(a)-(c). خلال العقد الأخير، تركزت مناطق الخطر العالي للعواصف البحرية في داليان أساسا على جانب بحر بوهاي، في خليج بولانديان وخليج هولوشان. وتمتد بعض مناطق الخطر العالي إلى نحو 1 كم من الخط الساحلي المقاس. وتقع ثلاث مناطق ذات خطر جيولوجي عال بمحاذاة الخط الساحلي المقاس، في خليج تايبينغ، وخليج بولانديان، وخليج شياوياو، ويبلغ أقصى امتداد لها نحو 2 كم من الخط الساحلي. كما توجد أربع مناطق شديدة لتداخل مياه البحر في خليج جينتشو، وخليج داليان، ورطبة شينغشو، وخليج تشانغشيا، ويمتد تأثيرها أيضا إلى نحو 2 كم من الخط الساحلي المقاس.

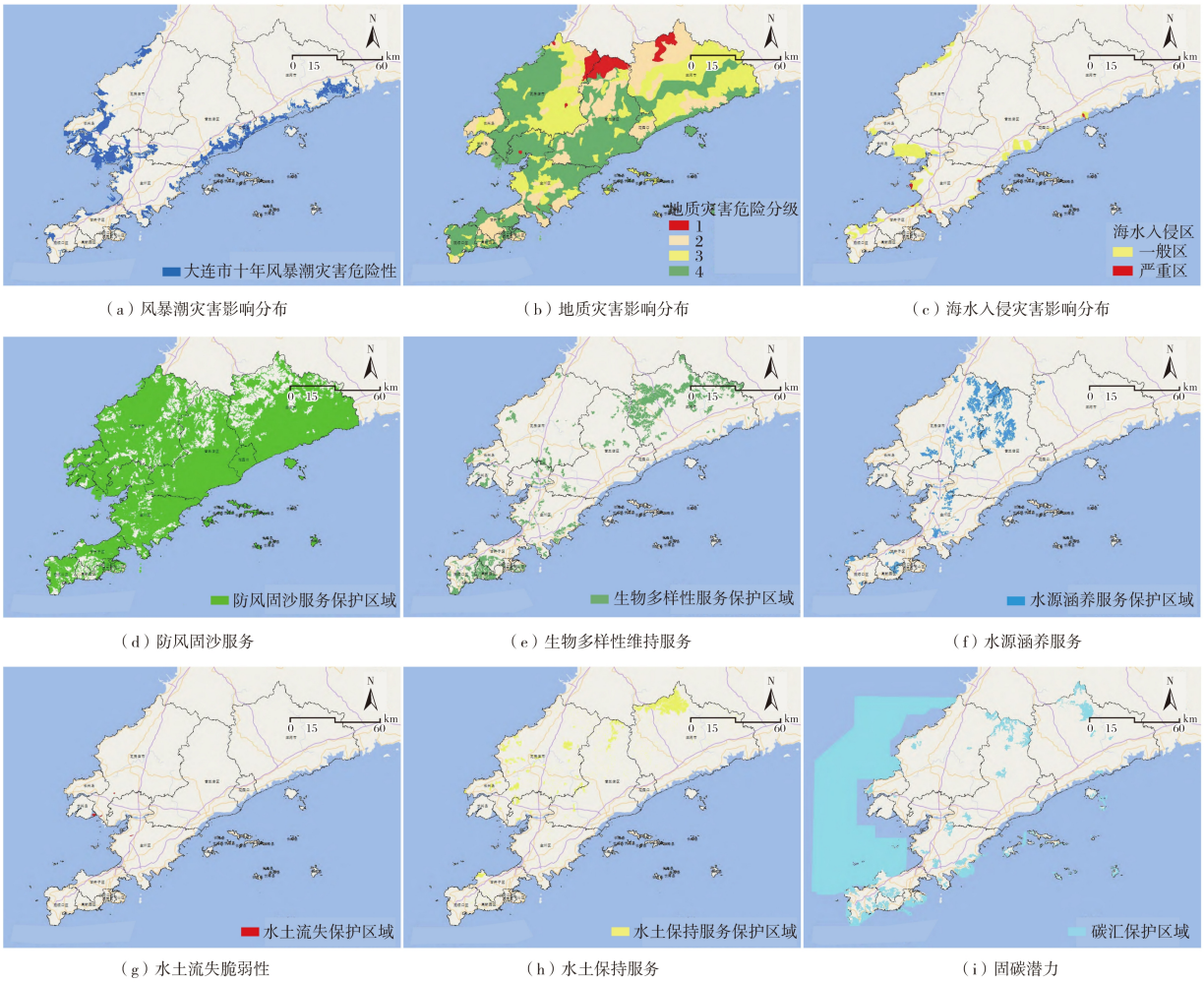
3.3 خدمات النظم الإيكولوجية (EbA)

في جانب خدمات النظم الإيكولوجية، يبين الشكل 3(d)-(h) أن الاستزراع المحاط على جانب بحر بوهاي يؤدي إلى ارتفاع نسبي في نسبة المياه الأسوأ من الفئة الرابعة، إذ تبلغ نحو 17.39%، مما يهدد الموائل المائية والتنوع الحيوي. لذلك ينبغي ضبط حجم الاستزراع، وأن لا يقل ارتداد خطوط ساحل الاستزراع المحاط عن 86 م لتقليل أثر تلوث الاستزراع في جودة المياه القريبة من الشاطئ. أما على جانب البحر الأصفر، فجودة المياه جيدة عموما، حيث تبلغ نسبة المياه من الفئة الثالثة فأعلى 94.05%؛ لذلك يحدد الارتداد بما لا يقل عن 19 م لحماية النظم الإيكولوجية القائمة وتجنب إضرار التنمية بالموائل المائية. وتتطلب خطوط البنية التحتية للمصايد ارتدادا لا يقل عن 21 م لضمان عدم الإضرار بالنظم الإيكولوجية القريبة من الساحل. وبالنسبة إلى الخطوط الساحلية غير المستخدمة، ومع مراعاة حاجات حماية خدمات النظم الإيكولوجية، ينبغي ضبط ردم البحر والاستزراع المحاط والاستزراع المفتوح ضبطا صارما على جانبي بحر بوهاي والبحر الأصفر. ولا ينبغي أن يقل ارتداد البناء على هذه الخطوط الساحلية عن 56 م.

3.4 إمكانات عزل الكربون (NCS)

تنظر الدراسة إلى إمكانات عزل الكربون من جانبين: مصارف كربون طبيعية كبيرة ومصارف كربون صغيرة. وتشمل المصارف الطبيعية الكبيرة غابات المانغروف والمناطق الطبيعية المحمية. وبالاستناد إلى حدود العناصر الحيوية والجغرافية في المنطقة الساحلية،

وبالرجوع إلى مسافات التجنب، تحدد الدراسة مسافة الارتداد إلى جهة البر من الساحل. وبحسب خبرة الخبراء، تحدد هذه المسافة عند 50 م. أما مصارف الكربون الصغيرة فتشمل عناصر خطية مثل أشجار الشوارع والشجيرات، وعناصر كتلية مثل المساحات الخضراء والحدائق الحضرية. وتستخدم الدراسة أبعد حافة باتجاه البر لهذه العناصر حدا لتشكيل خط ارتداد بناء جديد، كما يبين الشكل 3(i).



（a）风暴潮灾害影响分布　（b）地质灾害影响分布　（c）海水入侵灾害影响分布

（d）防风固沙服务　（e）生物多样性维持服务　（f）水源涵养服务

（g）水土流失脆弱性　（h）水土保持服务　（i）固碳潜力

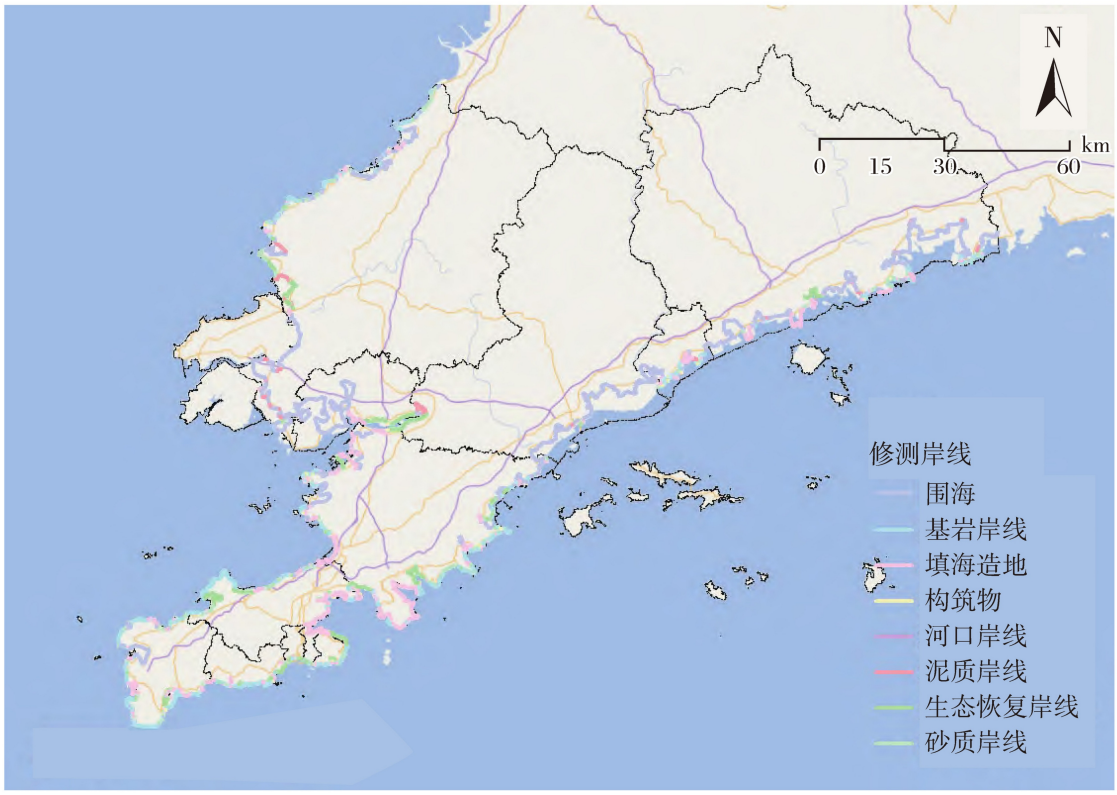
الشكل 3. التحليل المكاني لمخاطر الكوارث والقدرة على الصمود وخدمات النظم الإيكولوجية وإمكانات عزل الكربون في داليان.

3.5 تحديد خطوط ارتداد البناء الساحلي في داليان

استنادا إلى الأبعاد الثلاثة في نموذج الارتداد القائم على NbS، وهي DRR-Nbl وEbA وNCS، تستخدم الدراسة التراكب المكاني متعدد العوامل لتحديد أولي لخطوط ارتداد البناء الساحلي في داليان (الشكل 4). وتستخدم العتبات المفتاحية للأبعاد الثلاثة قيودا أساسية للتحقق من التراكب. ففي بعد DRR-Nbl، تعامل مناطق الخطر الجيولوجي العالي ومناطق تداخل مياه البحر الشديد، التي تمتد حتى 2 كم من الساحل، بوصفها خطوط أمان حمراء لضمان تجنب خطوط الارتداد للمناطق الحساسة جدا للكوارث. وفي بعد EbA، تدمج القيود الإيكولوجية: فخطوط ساحل الاسترزاع المحاط على جانب بحر بوهاي ترتد بما لا يقل عن 86 م لضبط تلوث الاسترزاع، بينما ترتد الخطوط الساحلية غير المستخدمة على جانب البحر الأصفر بما لا يقل عن 19 م لحماية جودة المياه الجيدة؛ كما تُتجنب المناطق الساخنة للتنوع الحيوي بالكامل. وفي بعد NCS، يضاف خط حماية مصارف الكربون: ترتد مصارف الكربون الطبيعية إلى جهة البر بما لا يقل عن 50 م، وتعدل نطاقات الارتداد المحلية لمصارف الكربون الصغيرة بحسب حوافها الخارجية. وينتج عن ذلك خط ارتداد أولي متكامل للبناء الساحلي يجمع الأبعاد الثلاثة.

وعلى هذا الأساس، تصحح خطوط الارتداد بحسب نوع الساحل. ففي داخل حدود التنمية الحضرية، تحدد مسافة الارتداد بما لا يقل عن 70 م (الشكل 4). وداخل حدود بناء قرى الصيد الساحلية، لا تقل المسافة عن 30 م. وبالنسبة إلى الأنواع المختلفة من خطوط

الساحل، بما في ذلك الخطوط الطبيعية والاصطناعية وغيرها، تقترح الدراسة مسافات ارتداد أساسية متمايزة وفقا للدليل (الجدول 2)، لتكون المبادئ والأساس الرئيسيين لضبط خطوط ارتداد البناء الساحلي.



الشكل 4. النطاق الأولي لتحديد خطوط ارتداد البناء الساحلي بعد التراكب المكاني متعدد العوامل.

الجدول 2. مسافات الارتداد الأساسية لأنواع مختلفة من خطوط الساحل

فئة خط الساحل	نوع خط الساحل	داخل حدود التنمية الحضرية	داخل حدود بناء القرى	خارج هذه الحدود	الاعتبارات الرئيسية
خط ساحلي طبيعي	خط ساحلي صخري	-	-	=<100 م	الوصول العام إلى البحر وبناء المناظر
خط ساحلي طبيعي	خط ساحلي رملي	-	-	=<200 م	حماية موارد الشاطئ والتعرية الساحلية
خط ساحلي طبيعي	خط ساحلي طيني	-	-	=<100 م	حماية أراضي المد والجزر وإمكانات عزل الكربون
خط ساحلي آخر	مصب نهر وخط ساحلي للاستعادة الإيكولوجية	=<70 م	=<30 م	=<100 م	سلامة تصريف الفيضانات، والاستعادة والحماية الإيكولوجية، وإمكانات عزل الكربون
خط ساحلي اصطناعي	خط ساحلي اصطناعي عام	=<70 م	=<30 م	-	إنشاء فضاء عام ساحلي، وبناء المناظر، والتصميم الحضري

خط ساحلي اصطناعي	خط ساحلي ناتج عن ردم البحر	>=30 م	-	-	مساحة الأرض وتكاليف الردم
خط ساحلي اصطناعي	ميناء وخط ساحلي للصناعة الميتائية	>=0 م	-	-	حاجات الإنتاج التي تتطلب موقعا ساحليا
خط ساحلي اصطناعي	أحواض ملح واستزراع محاط	جانب بحر بوهاي >=10 0 م؛ جانب البحر الأصفر >=30 م	-	-	التأثير في جودة مياه المجال البحري والبيئة الإيكولوجية

تصحيحات لعوامل محددة: (1) إذا كان جزء من طريق بينهاي (G228) أو كله يقع داخل منطقة التحكم، فيستخدم الجانب البري من الطريق داخل منطقة التحكم حدا لتشكيل خط ارتداد جديد للبناء. (2) إذا امتدت فضاءات الواجهة البحرية القائمة، مثل الشواطئ، ومناطق السباحة، والحدائق الساحلية، والمساحات الخضراء المفتوحة العامة، أو مناطق تأثير الكوارث البحرية، إلى خارج منطقة التحكم، فيستخدم أبعد حد خارجي لهذه الفضاءات حدا لخط الارتداد الساحلي الجديد.

4 النتائج والمناقشة

4.1 نتائج تحديد خط الارتداد من منظور NbS

يعد تحديد خطوط ارتداد البناء الساحلي مكونا أساسيا يدعم التخطيط المتخصص للمناطق الساحلية من منظور التنسيق بين البر والبحر. ومن خلال إدخال طريقة تحديد قائمة على NbS، تبني هذه الدراسة إطارا للتنسيق متعدد العوامل يجمع بين مخاطر الكوارث والقدرة على الصمود، وخدمات النظم الإيكولوجية، وإمكانات عزل الكربون. وينظر هذا الإطار بصورة منهجية في أهداف متعددة، منها حماية البيئة الإيكولوجية الساحلية ومصارف الكربون المهمة، وتقليل آثار الكوارث الطبيعية، وضبط التوسع المنظم لأنشطة التنمية والبناء الحضرية نحو البحر. ومن خلال إعداد عتبات متمايزة ومواءمتها مع أنواع خطوط الساحل، مثل عتبة >=86 م لخطوط ساحل الاستزراع المحاط على جانب بحر بوهاي وعتبة >=70 م داخل حدود التنمية الحضرية، تحول الطريقة خطوط الارتداد من حساب تقني إلى أداة تحكم تخطيطي. وهي تقدم دعما عمليا للحفاظ على الأمن الإيكولوجي الساحلي، والوقاية من مخاطر الكوارث وضبطها، وتوجيه التنمية الحضرية المنظمة في داليان.

4.2 ربط التخطيط الساحلي المتخصص وتحسينه من خلال NbS

يساعد إدخال مفهوم NbS على معالجة قصور التخطيط الساحلي المتخصص في تنسيق العوامل المتعددة. وضمن إطار NbS، تبني هذه الدراسة نموذجا للتحليل متعدد العوامل. فمن جهة، يقيس النموذج العلاقة بين جودة المياه ومسافة الارتداد في بعد خدمات النظم الإيكولوجية، ويحول الوظائف الإيكولوجية إلى عتبات قابلة للقياس. ومن جهة أخرى، يدمج العواصف البحرية والكوارث الجيولوجية وإمكانات عزل الكربون. ويمكن استخدام حدود الارتداد التي يحددها هذا النموذج أساسا لتقسيم مناطق الأمن الإيكولوجي ومناطق الوقاية من الكوارث في التخطيط المتخصص، بما يدفع التخطيط من التوجيه الكيفي إلى التحكم الكمي. كما تعزز العتبات المتمايزة وآليات التصحيح الوظيفي الموجهة بـ NbS كفاءة الربط بين الخطط المتخصصة والتخطيط الهرمي.

يوفر الدليل والإرشادات التقنية إطارا لتحديد خطوط ارتداد البناء الساحلي في الصين. ومع حفاظ هذه الدراسة على مبادئهما، فإنها تعالج بدرجة أكبر نقص التنسيق متعدد الأبعاد على مستوى التنفيذ. وعلى الرغم من أن الوثائق ذات الصلة تؤكد التنسيق بين البر والبحر والأولوية الإيكولوجية، فإنها لم تقدم بعد طريقة ملموسة لاقتران العوامل المتعددة. وفي التنفيذ المحلي قد يؤدي ذلك إلى الاهتمام بأنواع خطوط الساحل على حساب التنسيق المنهجي. وبالاستناد إلى المفهوم التقني لـ NbS، تحول هذه الدراسة مبدأ التنسيق بين البر والبحر في الدليل إلى نموذج اقتران مكاني ثلاثي الأبعاد يتكون من DRR-NbI وEbA وNCS. ومن خلال التراكب متعدد العوامل، يدمج النموذج أهداف التنمية الحضرية في البر، والاستجابة للكوارث، والحماية الإيكولوجية البحرية في عتبات الارتداد، مقدما مرجعا عمليا لتوطين الدليل والإرشادات التقنية في المدن الساحلية الشمالية.

4.3 توجيه التحكم المصنف في خطوط الساحل تحت اعتبارات متعددة العوامل

مع تزايد الحاجة إلى التنسيق متعدد الأبعاد، تظهر تدريجيا حدود المقاربات أحادية الهدف. فقد تكفي مسافات الارتداد الثابتة القائمة على خطر كارثة واحد أو عامل إيكولوجي واحد لتلبية متطلبات الوقاية الأساسية من الكوارث، لكنها لا تدمج تراكب عوامل الخطر ولا تنسق خدمات النظم الإيكولوجية المركبة. وبذلك يصعب على فضاء الارتداد أن يشكل شبكة إقليمية كاملة للوقاية من المخاطر. واستجابة لذلك، تميز هذه الدراسة مسافات ارتداد حماية جودة المياه بين جانبي بحر بوهاي والبحر الأصفر في بعد EbA، وتشترط تجنب المناطق الأساسية للمحميات الطبيعية. وفي بعد NCS، تدمج متطلبات حماية مناطق مصارف الكربون الكبيرة وتصحيح خطوط حواف المساحات الخضراء الحضرية في تحديد خط الارتداد. وإضافة إلى ذلك، ولمعالجة صلابة مسافات الارتداد وتفتت الفضاء في الممارسات القائمة، تطبق الدراسة تحكما مصنفا بحسب نوع خط الساحل وحاجات البناء الحضري والريفي. وتحسن مسافات الارتداد المتمايزة قابلية تكيف خط الارتداد.

4.4 تصميم نظام رقابي داعم لخطوط ارتداد البناء الساحلي

بعد تحديد خطوط ارتداد البناء، تستكشف هذه الدراسة، استجابة لحاجات الإدارة الساحلية الفعلية، آلية رقابية تجمع بين الصرامة والمرونة، وتطبق إدارة مناطقية قائمة على قوائم إيجابية وسلبية. ففي المناطق الحساسة إيكولوجيا والخاضعة لرقابة صارمة، مثل المناطق الأساسية للمحميات الطبيعية، ومناطق الخطر الكارثي العالي، والمقاطع الأساسية من الخطوط الساحلية الطبيعية، يعتمد أسلوب القائمة الإيجابية. ولا يسمح إلا بالموانئ، وبنية النقل التحتية، والخدمات العامة ومنشآت البحث الصناعي التي تتطلب فعلا موقعا ساحليا، وأعمال الحماية الساحلية، والمشروعات الكبرى على مستوى المقاطعة أو أعلى. أما في المناطق الأكثر مرونة نسبيا، مثل المناطق المطابقة داخل حدود التنمية الحضرية ومناطق الدعم على الخطوط الساحلية الاصطناعية، فيعتمد أسلوب القائمة السلبية. ويحظر صراحة تطوير العقارات السكنية، والمنشآت الصناعية الساحلية غير الضرورية، وأنشطة البناء التي تؤثر في المناظر الساحلية والفضاء العام أو في جودة مياه المجال البحري والبيئة الإيكولوجية.

4.5 آفاق تخطيط خطوط ارتداد البناء الساحلي

من منظور تنفيذ التخطيط، تظل الحوكمة المنسقة للفضاء المبني القائم الذي تشكل عبر الردم البحري التاريخي عنق زجاجة رئيسيا. فقد أضرت بعض أنشطة البناء الناتجة عن الردم باتجاه البحر باتصال فضاء الارتداد ووظيفته بوصفه عازلا إيكولوجيا، كما خلقت تعارضات امتثال بين المباني القائمة والأنظمة الجديدة. ومن دون آليات مرنة للتعامل مع هذه الحالات، ستضعف فاعلية حوكمة خطوط الارتداد مباشرة. لذلك ينبغي تعزيز الربط التخطيطي مستقبلا من ثلاثة جوانب. أولا، على المستوى التقني، يجب إنشاء آلية تعديل ديناميكي تضمن، عبر أوزان متعددة العوامل، أن يتكيف خط الارتداد مع العمليات الطبيعية وحاجات التنمية. ثانيا، على مستوى تنفيذ التخطيط، ينبغي تحويل متطلبات التحكم إلى مؤشرات كمية وربطها بفاعلية بالدليل والإرشادات التقنية. ثالثا، على المستوى المؤسسي، ينبغي إعداد خطط تعطي أولوية للاستعادة الإيكولوجية وتحسن التصنيف الوظيفي لأراضي البناء الناتجة عن الردم البحري، مع الاستفادة من خبرات الإدارة المناطقية بالقوائم الإيجابية والسلبية لحل صعوبات حوكمة الفضاء القائم. وفي الوقت نفسه، يجب تعزيز انتقال التخطيط وتنفيذه لضمان تحديد خطوط ارتداد البناء الساحلي علميا، وضبطها بصرامة، وتعديلها بصورة معيارية.

المراجع

[1] Liu Zhengyi, Hu Feilong, Xiao Kai, et al. تقدم البحث في تحديد نطاق وحدود المناطق الساحليةJournal of [J]. Applied Oceanography, 2025, 44(1): 15-20.

[2] Duan Jin, Zhao Min, Zhao Yanjing, et al. نقاش أكاديمي حول العلاقة بين التوجيه الاستراتيجي والرقابة الصارمة في منظومة التخطيط المكاني الإقليمي2021 ,Urban Planning Forum .[J](2): 6-14.

[3] Wu Zhiqiang, Guo Renzhong, Zhang Bing, et al. نقاش أكاديمي حول البناء المنهجي لمنظومة التخطيط المكاني الوطني2024 ,Urban Planning Forum .[J](5): 1-11.

[4] Gao Jinzhu, Zhang Hongfen, An Taitian, et al. ابتكار آليات التخطيط المكاني البحري التفصيلي في ظل التنسيق بين البر والبحر2023 ,Planners .[J], 39(12): 15-21.

[5] Ministry of Natural Resources of the People's Republic of China. دليل إعداد خطط الحماية والاستخدام المتكاملين للمناطق الساحلية على مستوى المقاطعات (تجريبي)[EB/OL]. (23-07-2021) [26-12-2024]. https://gi.mnr.gov.cn/202109/t20210913_2680305.html.

[6] Li Yanping, Cao Chengwei, Wang Pengfei, et al. خبرات التنسيق بين البر والبحر في التخطيط المكاني البحري في المملكة المتحدة ودلالاتها2021 .[J]. Planners, 37(23): 84-90.
[7] Wen Chaoxiang, Liu Xi, Zhang Qibang. مناقشة حول مسافات ارتداد البناء عن الساحل في البلدات الساحلية الصغيرة[J]. Urban Planning International, 2016, 31(4): 58-63.
[8] Dong Huangbiao, Pan Ningning, He Weidong, et al. بحث في طرق تحديد خطوط ارتداد البناء الساحلي بالاستناد إلى ممارسة ونتشو[C]//Urban Planning Society of China. People's City, Planning Empowerment: Proceedings of the 2023 China Annual National Planning Conference (20: Master Planning). Wenzhou Urban Planning and Design Research Institute Co., Ltd., 2023.
[9] Sano M, Marchand M, Medina R. Coastal setbacks for the Mediterranean: a challenge for ICZM[J]. Journal of Coastal Conservation, 2010, 14(4): 33-39.
[10] Cai F, Su X, Liu J, et al. Coastal erosion in China under the condition of global climate change and measures for its prevention[J]. Progress in Natural Science, 2009, 19(4): 415-426.
[11] Marra J J, Komar P D, McDougal W G, et al. The rational analysis of setback distances: applications to the Oregon coast[J]. Shore and Beach, 1999, 67(1): 41-49.
[12] Fish M R, Cote I M, Horrocks J A, et al. Construction setback regulations and sea-level rise: mitigating sea turtle nesting beach loss[J]. Ocean & Coastal Management, 2008, 51(4): 330-341.
[13] Nicholls R J, Hoozemans F M J. The Mediterranean: vulnerability to coastal implications of climate change[J]. Ocean & Coastal Management, 1996, 31(31): 105-132. DOI: 10.1016/S0964-5691(96)00037-3.
[14] Smythe T C. Can coastal management programs protect and promote water-dependent uses?[J]. Coastal Management, 2010, 38(6): 665-680.
[15] Cambers G. Planning for coastline change: guidelines for construction setbacks in the Eastern Caribbean Islands[R]. Paris: UNESCO, 2011.
[16] Clark. دليل إدارة المناطق الساحلية[M]. ترجمة Wu Keqin. Beijing: China Ocean Press, 2000.
[17] Wang Peng, Wang Weiwei, Cai Yueyin. تحديد خطوط ارتداد البناء الساحلي على أساس وظائف استخدام المجال البحري2009 .[J]. Ocean Development and Management, 26(11): 16-20.
[18] Tu Zhenshun, Huang Yue, Huang Jinliang, et al. طرق وممارسات إعداد خطوط ارتداد البناء الساحلي[J]. Marine Environmental Science, 2018, 37(3): 432-437.
[19] Cao Shenxi, Guo Yuchen, Zhang Yifan, et al. طريقة لتحديد خطوط ارتداد البناء الساحلي على أساس وظائف الساحل2022 .[J]. Marine Information Technology and Application, 37(3): 18-27.
[20] Wang Gang, Zhang Jiabo, Bai Yuchuan, et al. منظومة متكاملة لتحديد خطوط ارتداد البناء الساحلي: دراسة حالة ساحل تشينهوانغداو2021 .[J]. Ocean Development and Management, 38(12): 58-66.
[21] Liu Shidong, Zhao Yan, Ma Shaowei, et al. طريقة جديدة لتحديد وضبط خطوط ارتداد البناء الساحلي بالاستناد إلى نماذج ثلاثية الأبعاد للمشهد الواقعي2023 .[J]. Shandong Land and Resources, 39(9): 54-59.
[22] Ministry of Natural Resources of the People's Republic of China. الإرشادات التقنية لتحديد خطوط ارتداد البناء الساحلي (مسودة للاعتماد)[EB/OL]. (19-04-2024) [26-12-2024]. https://gi.mnr.gov.cn/202404/P020240419663306513014.pdf.
[23] Wu Z, Zhao G, Xu H, et al. Multi-view clustering analysis of mega-city regions based on intercity flow networks[J/OL]. Frontiers of Urban and Rural Planning, 2024, 2(20). https://link.springer.com/article/10.1007/s44243-024-00047-w.
[24] Yu T, Shu T, Xu J. Spatial pattern, and evolution of China's urban agglomerations[J/OL]. Frontiers of Urban and Rural Planning, 2024, 2(7). https://link.springer.com/article/10.1007/s44243-023-00027-6.

[25] Tang Shuang, Zhang Jingxiang. بحث في التحكم المنهجي بالفضاء الحضري الاحتياطي من أجل الحوكمة المرنة: مقارنة بين الصين وسنغافورة[J]. Urban Planning Forum, 2023(5): 29-36.
[26] Yu Haitao, Lin Jian, Peng Zhenwei, et al. نقاش أكاديمي حول "تحسين نظام ضبط استخدامات الفضاء الإقليمي"[J]. Urban Planning Forum, 2023(5): 1-11.
[27] Zhang Shangwu, Jin Zhongmin, Wang Xinzhe, et al. التوجيه الاستراتيجي والرقابة الصارمة: ابتكار منظومة مخرجات التخطيط العام في العصر الجديد - المنطق الأساسي لبناء منظومة مخرجات خطة شنغهاي العامة 2040[J]. Urban Planning Forum, 2017(3): 19-27.
[28] Dai Ming, Li Meng. ضبط التصميم الحضري في منظومة التخطيط المكاني الإقليمي: استكشاف جديد للمخططات التنظيمية التكميلية في شنغهاي[J]. Urban Planning Forum, 2022(6): 95-101.
[29] Sun Shiwen. بحث أساسي في منظومة الإشراف على تنفيذ التخطيط المكاني الإقليمي[J]. Urban Planning Forum, 2024(2): 12-17.
[30] Cohen-Shacham E, Janzen C, Maginnis S, et al. Nature-based solutions to address global societal challenges[R]. Gland, Switzerland: IUCN, 2016.
[31] World Bank. Biodiversity, climate change, and adaptation: nature-based solutions from the World Bank portfolio[R]. Washington, DC: World Bank, 2008.
[32] Maes J, Jacobs S. Nature-based solutions for Europe's sustainable development[J]. Conservation Letters, 2015, 10(1): 121-124.

الترجمة بمساعدة منظمة العفو الدولية