مارس 2022

إطار العمل الإقليمي لخفض انبعاثات الكربون في سان دييغو

ملخص لصانعي السياسات

مسودة - غير مصرحة للنشر

SDG POLICY INITIATIVE

School of GLOBAL POLICY & STRATEGY

فريق المشروع

المدير الإداري للمشروع

جوردون سي مكورد (Gordon C. McCord)
المدير الإداري، مبادرة سياسة هداف التنمية المستدامة
كلية السياسات والاستراتيجيات العالمية، جامعة كاليفورنيا سان دييغو (UC San Diego)

مدير المشروع

إليس هانسون (Elise Hanson)، جامعة كاليفورنيا في سان دييغو

ممثلو مقاطعة سان دييغو

سارة أغاسي (Sarah Aghassi)، نائب المدير الإداري، مجموعة البيئة واستخدام الأراضي (LUEG)
مرتزى باكساموسا (Murtaza Baxamusa)، مدير برنامج الاستدامة الإقليمية، LUEG
ريبكا أبيل (Rebeca Appel)، منسق البرنامج، LUEG
نيكول بوغوصيان أمبروز (Nicole Boghossian Ambrose)، مدير برنامج المجموعة، LUEG

مؤلفو فصل التحليل الفني لإطار RDF:

منهج الدراسة

ريان جونز (Ryan Jones)، أبحاث الطاقة المتطورة

التحليل الجغرافي المكاني لإنتاج الطاقة المتجددة

إميلي ليزلي (Emily Leslie)، شركة Montara Mountain Energy
جوزيف بيتلز (Joseph Bettles)، جامعة كاليفورنيا في سان دييغو

تسريع خفض انبعاثات الكربون بعمق في قطاع وسائل النقل

كيتي كول (Katy Cole)، شركة Fehr & Peers
تشيلسي ريتشر (Chelsea Richer)، شركة Fehr & Peers
إلينور هنتس (Eleanor Hunts)، شركة Fehr & Peers

خفض انبعاثات الكربون في المباني

آسا هوبكنز (Asa Hopkins)، شركة Synapse Energy Economics
فيليب إيش-جيتس (Philip Eash-Gates)، شركة Synapse Energy Economics
جيسون فروست (Jason Frost)، شركة Synapse Energy Economics
شيلي كووك (Shelley Kwok)، شركة Synapse Energy Economics
جاكي ليتنسكي (Jackie Litynski)، شركة Synapse Energy Economics
كنجي تاكاهاشي (Kenji Takahashi)، شركة Synapse Energy Economics

حلول المناخ الطبيعي واعتبارات استخدام الأراضي الأخرى

إليس هانسون (Elise Hanson)، جامعة كاليفورنيا في سان دييغو
إميلي ليزلي (Emily Leslie)، شركة Montara Mountain Energy

آثار التوظيف من خلال خفض انبعاثات الكربون في منطقة سان دييغو

روبرت بولين (Robert Pollin)، قسم PERI في جامعة ماساتشوستس أمهرست
جانيت ويكس-ليم (Jeannette Wicks-Lim)، قسم PERI في جامعة ماساتشوستس أمهرست
شوفيك تشاكرابورتي (Shouvik Chakraborty)، قسم PERI في جامعة ماساتشوستس أمهرست
جريجور سيمينيك (Gregor Semieniuk)، قسم PERI في جامعة ماساتشوستس أمهرست

الاعتبارات الرئيسية للسياسات في منطقة سان دييغو

جوزيف بيتلز (Joseph Bettles)، جامعة كاليفورنيا في سان دييغو
جوردون سي مكورد (Gordon C. McCord)، جامعة كاليفورنيا في سان دييغو
ديفيد جي فكتور (David G. Victor)، جامعة كاليفورنيا في سان دييغو
إميلي كارلتون (Emily Carlton)، جامعة كاليفورنيا في سان دييغو

تحليل فرص السياسات المحلية

سكوت آندرز (Scott Anders)، مركز مبادرات سياسة الطاقة في جامعة سان دييغو
نيلميني سلفا سند (Nilmini Silva Send)، مركز مبادرات سياسة الطاقة في جامعة سان دييغو
جوزيف كاتز (Joseph Kaatz)، مركز مبادرات سياسة الطاقة في جامعة سان دييغو
يتشاو جو (Yichao Gu)، مركز مبادرات سياسة الطاقة في جامعة سان دييغو
مارك ستيل (Marc Steele)، مركز مبادرات سياسة الطاقة في جامعة سان دييغو

منطقة سان دييغو كنموذج

إيلينا كريت (Elena Crete)، شبكة حلول التنمية المستدامة التابعة للأمم المتحدة (SDSN)
جولي توبف (Julie Topf)، شبكة حلول التنمية المستدامة التابعة للأمم المتحدة (SDSN)

الملحق (أ): ملخص لنمذجة نظام الطاقة على مستوى الولاية

ريان جونز (Ryan Jones)، الطاقة المتطورة

الملحق (ب): مراجعة صلاحيات السلطات القضائية المحلية والوكالات للتأثير على انبعاثات غازات الاحتباس الحراري وتنظيمها

جوزيف كاتز (Joseph Kaatz)، مركز مبادرات سياسة الطاقة في جامعة سان دييغو

شكر وتقدير: يشكر فريق RDF ديفيد فيكتور (David Victor) على دوره الاستشاري في المشروع، بالإضافة إلى جوزيف بيتلز (Joseph Bettles) وتايلر سبنسر (Tyler Spencer) وإميلي كارلتون (Emily Carlton) وإليسا بوزكوف (Elissa Bozhkov) على الدعم البحثي والتحريري.

ملخص لصانعي السياسات

الإجماع العلمي العالمي لا لبس فيه: العالم في خضم أزمة مناخية، ونافذتنا تنغلق بالنسبة لتقليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري (GHGs) بشكل فعال.[i] أدت أنشطة البشر وتأثيرهم إلى تدفئة الغلاف الجوي والمحيطات والأرض من خلال التراكم السريع لغازات الاحتباس الحراري في الغلاف الجوي والمحيطات، مما تسبب في حدوث تغييرات سريعة ومقلقة. تدرك الاتفاقيات العالمية، مثل اتفاقية باريس للمناخ، والأوامر التنفيذية في كاليفورنيا الحاجة الفورية إلى خفض انبعاثات الكربون في مختلف الصناعات. في حين فشلت الجهود الدبلوماسية السابقة في تحقيق تقدم كافٍ بشأن تغير المناخ، يمكن أن تظهر النماذج الإقليمية لحل المشكلات التي تراعي الالتزامات العالمية والاحتياجات المحلية كنهج أكثر فعالية.

يوفر التحليل الفني إطار العمل الإقليمي لخفض انبعاثات الكربون (RDF) مسارات فنية *وسياسية لخفض انبعاثات الكربون على المدى المتوسط لإحاطة صنع السياسات على المدى القريب* في الحكومات الإقليمية وحكومات المقاطعات والمدن. يضع التقرير نماذج للمسارات العلمية لتحقيق صافي انبعاثات كربونية صفرية للمنطقة بحلول عام 2045، وهو ما يتوافق مع اتفاقية باريس للمناخ وتكليفات الولاية. يمكن أن توفر المسارات رؤية مشتركة لمنطقة سان دييغو نحو تخفيض صافي انبعاثات غازات الاحتباس الحراري بشكل جماعي بحيث تتماشى مع أهداف الولاية لصافي الانبعاثات الصفرية. هذا التقرير عبارة عن تحليل فني لكيفية مساهمة القطاعات المختلفة في نظام الطاقة في خفض انبعاثات الكربون، لكنه لا يحدد المسار "الصحيح" ويُظهر بدلاً من ذلك طرقًا متعددة للمضي قدمًا لتسليط الضوء على المقايضات والمزايا المشتركة ونقاط القرار والمخاطر وعمليات التظافر. من المفترض أن يتم تحديث هذا التحليل باستمرار مع تطور التقنيات أو عندما يتم حل الشكوك أو توضيحها، ويستكشف التقرير عمليات السياسات التي تساعد السلطات القضائية في المنطقة على التعرف على الشكوك وتعديل الاستراتيجيات في ضوء المعلومات الجديدة.

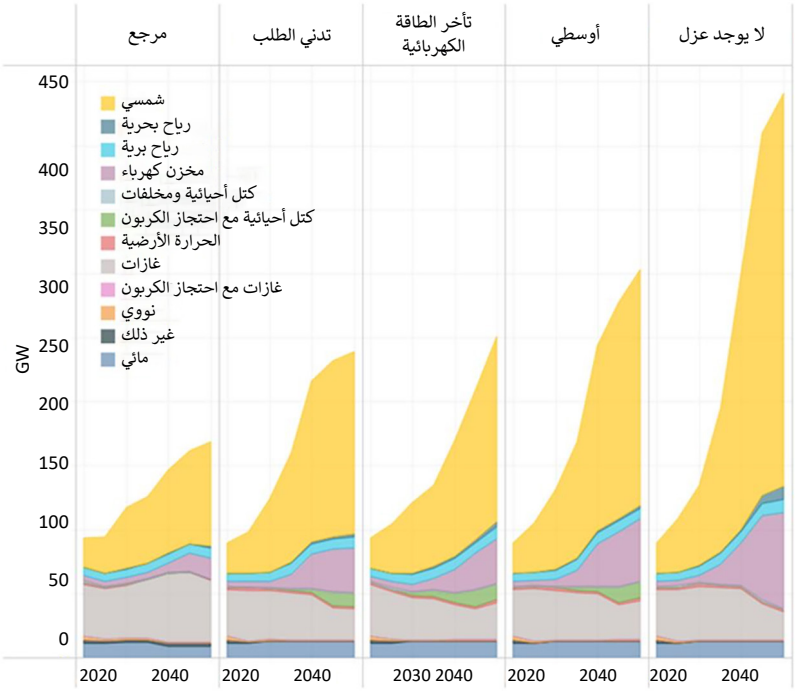
إطار عمل الدراسة والاعتبارات الرئيسية للسياسات

يبحث هذا التقرير في طرق تقليل انبعاثات الكربون في نظام الطاقة الإقليمي في سان دييغو، والذي يتم تعريفه على أنه إجمالي إنتاج واستهلاك الطاقة في قطاعات الطاقة الكهربائية ووسائل النقل والمباني، للتوافق مع مسارات الولاية والمسارات الوطنية للوصول إلى صافي الانبعاثات الصفرية. يعني "صافي الصفر" في هذا التقرير بأن انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التي يسببها الإنسان من نظام الطاقة تساوي إزالة وتخزين ثاني أكسيد الكربون التي يسببها البشر، وبالتالي لا تسهم في صافي الانبعاثات في الغلاف الجوي.[ii] لا يعتمد التحليل الفني لإطار RDF على التعويضات خارج منطقة سان دييغو للوصول إلى أهداف صافي الانبعاثات الصفرية. من المهم ملاحظة أن هناك انبعاثات من قطاعات أخرى، مثل المخلفات، لم يتم إدراجها في هذا التحليل.

[i] الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغير المناخ (Climate Change)، "تغير المناخ لعام 2022: الآثار والتكيّف والتخفيف. ملخص لواضعي السياسات". تقرير التقييم السادس لمجموعة WGII، فبراير 2022. يتوفر على: https://report.ipcc.ch/ar6wg2/pdf/IPCC AR6 WGII FinalDraft FullReport.pdf

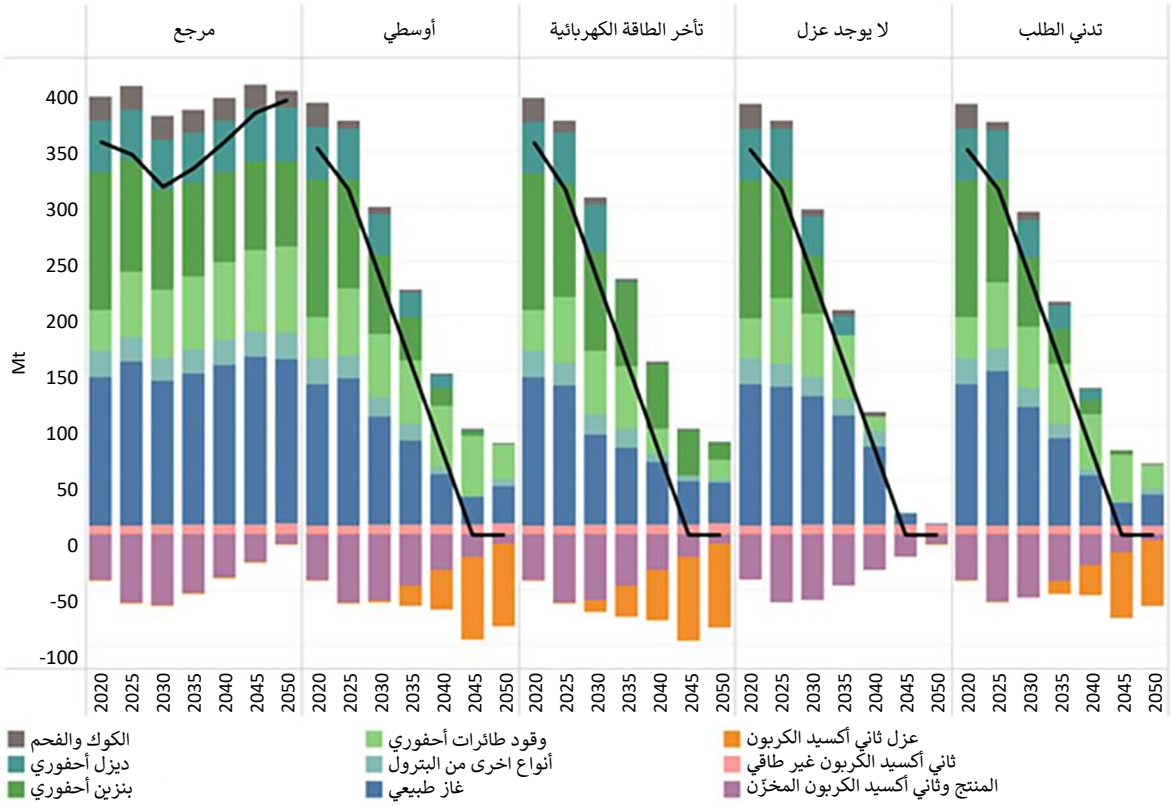
[ii] لاحظ أن نمذجة نظام الطاقة تأخذ في الاعتبار انبعاثات ثاني أكسيد الكربون فقط، حيث تراعي حلول المناخ الطبيعي وتحليلات خطة العمل المناخية غازات الاحتباس الحراري الأخرى أيضًا، بما في ذلك الميثان وأكاسيد النيتروز والأوزون، وما إلى ذلك. يتم تحويل غازات الاحتباس الحراري هذه إلى "مكافئ ثاني أكسيد الكربون" (CO2e) لسهولة المقارنة.

تم تصميم مسارات خفض انبعاثات الكربون الخاصة بالتحليل الفني لإطار RDF من سيناريوهات أكبر لخفض انبعاثات الكربون على المستوى الوطني وعلى مستوى الولاية لضمان توافق المسارات الإقليمية في سان دييغو مع المسارات على مستوى الولاية لخفض انبعاثات الكربون. طورت أبحاث الطاقة المتطورة (EER) هذه النماذج الإقليمية في إطار خمس دراسات نموذجية (يشار إليها أحيانًا بالسيناريوهات).[iii] تسمح نماذج خفض انبعاثات الكربون العميقة، وهي عملية تقليل انبعاثات ثاني أكسيد الكربون وغازات الاحتباس الحراري الأخرى بشكل كبير في جميع مجالات الاقتصاد، بتحليلات كمية مقارنة لخيارات السياسات الإقليمية ونتائج خفض انبعاثات الكربون في مختلف القطاعات. يوضح مثال على مخرجات نمذجة أبحاث الطاقة المتطورة لقطاع الطاقة كيفية تأثير الدراسات النموذجية المختلفة على خفض انبعاثات الكربون على مستوى الولاية في كل من إجمالي سعة الكهرباء المركبة المطلوبة (الشكل 1) والطاقة والصناعة انبعاثات ثاني أكسيد الكربون التي تحدث حتى عام 2050 (الشكل 2). استخدام هذه النماذج المصغرة أمر مهم أيضًا لأن أنظمة الطاقة والنقل المحلية مترابطة مع مناطق وولايات أخرى. لذلك، ينبغي أن تتحرك السلطات القضائية الإقليمية بانسجام مع السلطات القضائية الإقليمية والولائية الأخرى أثناء خفض انبعاثات الكربون.



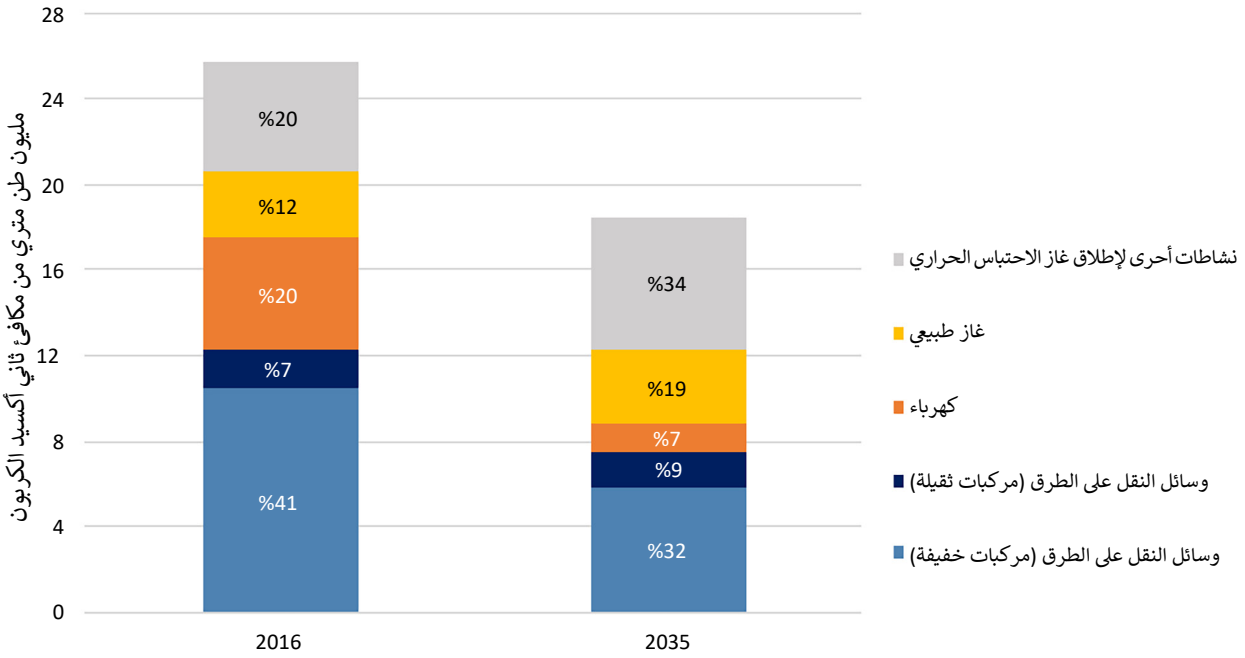
الشكل 1.نتائج إجمالي سعة الكهرباء المركبة المطلوبة في ولاية كاليفورنيا للوصول إلى صافي انبعاثات صفرية على مستوى الولاية بحلول عام 2050 بموجب خمسة سيناريوهات نماذج مختلفة في نموذج أبحاث الطاقة المتطورة. يتوفر المزيد من المعلومات حول نموذج أبحاث الطاقة المتطورة، والتصغير، والدراسات النموذجية في الملحق (أ).

[iii] يمكن العثور على المزيد من التفاصيل حول حالات النماذج في الفصل 1 والملحق (أ).



الشكل 2. نتائج انبعاثات ثاني أكسيد الكربون الناتجة عن الطاقة والعمليات الصناعية في كاليفورنيا من نموذج أبحاث الطاقة المتطورة. تمثل الألوان الموجودة فوق المحور السيني انبعاثات موجبة، وتمثل الألوان الموجودة بالأسفل انبعاثات موازنة للانبعاثات السالبة. يشير الخط الأسود إلى صافي انبعاثات ثاني أكسيد الكربون. "المنتج وثاني أكسيد الكربون المخزّن "هو إما ثاني أكسيد الكربون - الذي ينتهي به المطاف إلى العزل في مواد (على سبيل المثال، الأسفلت يعزل ثاني أكسيد الكربون أثناء إنتاجه) أو كمية التخفيض لثاني أكسيد الكربون المخفضة غير محسوبة في قوائم الجرد الحالية (على سبيل المثال، لا يتم تضمين كمية التخفيض الطيران بين الولايات في حساب انبعاثات ولاية واحدة، إلا انه يُحتسب لانبعاثات الطيران داخل الولاية).

قام خبراء في إنتاج الطاقة المتجددة ووسائل النقل، والمباني بوضع نماذج لمسارات خفض انبعاثات الكربون ذات الجدوى الفنية للمنطقة لإنشاء خارطة طريق علمية لخفض انبعاثات الكربون الإقليمي إلى صافي انبعاثات صفرية بحلول منتصف القرن. ركزت هذه النماذج على تقنيات مثبتة وقابلة للتطوير خفض انبعاثات الكربون من أكبر بواعث غازات الاحتباس الحراري في المنطقة (الشكل 3) التي تقع ضمن السلطات القضائية للحكومات والوكالات المحلية. وهكذا، لم يتم تضمين التقنيات التي لا تزال في المراحل التجريبية أو المبكرة لأنه لا يمكن نشرها فورًا على نطاق واسع من قِبل السلطات الإقليمية. وبالمثل، لم يتم تضمين عمليات نشر الموارد في مياه الولاية والمياه الفدرالية باستثناء إعطاء مقام لتوافر الموارد في منطقة سان دييغو.



الشكل 3.تقديرات انبعاثات مكافئ ثاني أكسيد (CO_2e) الكربون مقاسة بمليون طن متري. تشمل فئة "غير ذلك" الانبعاثات من المصادر الصناعية، والنقل على الطرق الوعرة والنفايات والطيران والمياه وما إلى ذلك، والتي لم يتم أخذها في الاعتبار في التحليل الفني لإطار RDF. لاحظ أن القيم لعام 2035 تمثل آثار بعض الإجراءات الفدرالية وفي الولاية. المصدر: SANDAG 2021 Regional Plan's Appendix X، يتوفر هنا: https://sdforward.com/docs/default-source/2021-regional-plan/appendix-x—2016-greenhouse-gas-emissions- inventory-and-projections-for-the-san-diego-region.pdf?sfvrsn=8444fd65 2

وعلاوة على ذلك، يعمل التحليل الفني لإطار RDF على تسليط الضوء على الشكوك في عملية خفض انبعاثات الكربون وعلى الحاجة إلى عمليات تخطيط مستمرة والتي يمكن أن تتكيف مع تطور التكنولوجيا ومعالم السياسة. على سبيل المثال، قد تؤثر زيادة توافر الطاقة المتجددة من مقاطعة إمبيريال أو المكسيك على مزيج الطاقة المتجددة في منطقة سان دييغو، مما قد يتفادى الحاجة إلى بناء بنية تحتية للطاقة المتجددة محليًا ذات تكلفة أعلى. وبالمثل، فإن تطوير الولاية و/أو التنمية الفدرالية للرياح البحرية يمكن أن يقلل من الحاجة إلى تطوير البنية التحتية المتجددة البرية في منطقة سان دييغو. لذلك، ينبغي أن تسمح أنظمة صنع القرار التي تم تطويرها من نتائج التحليل الفني لإطار RDF بالتحديث المستمر مع تغير معالم التكنولوجيا والسياسات.

الاعتبارات الرئيسية للسياسات

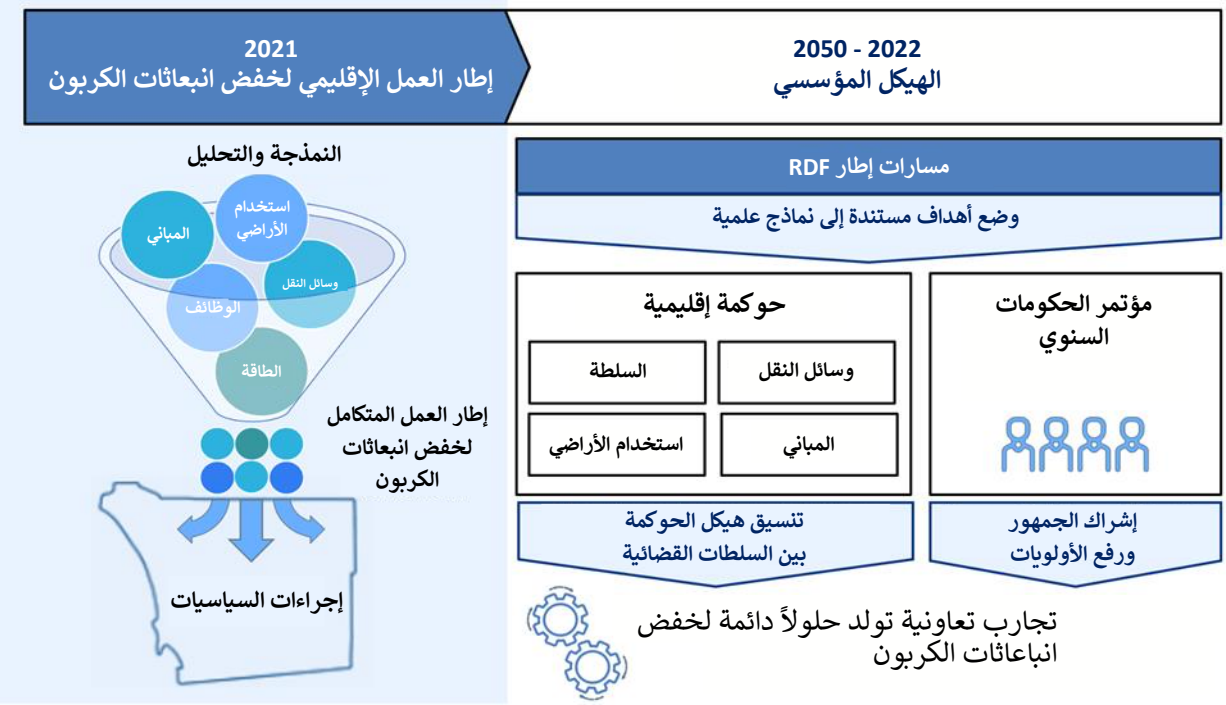
ستتطلب عملية خفض انبعاثات الكربون الناجحة حلولاً فنية بالإضافة إلى استراتيجيات سياسية يمكنها التكيّف مع التطورات العلمية وكذلك الظروف السياسية والاقتصادية المحلية. يوفر التحليل الفني لإطار RDF أفضل تقييم لأقل التكاليف وأفضل الحلول الفعالة في تقليل الانبعاثات في كل قطاع على المدى القريب. ستكون هذه الإجراءات "ذات المردود الجيد" هذه قوية لخفض انبعاثات الكربون على المدى القريب بغض النظر عن كيفية معالجة الشكوك. ولكن لا يزال من غير المعروف فيما إذا كانت أفضل المسارات على المدى الطويل. يتطلب التعلم الفعال وتعديل السياسة أن تقوم الجهات الفاعلة المحلية - القادة والأفراد في الخطوط الأمامية على حد سواء - بتنفيذ الحلول أولاً ثم الانخراط

في مراجعة منهجية ومستمرة للنتائج للتوجيه نحو تعلم هادف حول ما ينجح وما لا ينجح. يمكن "لأفضل" الحلول والمسارات وينبغي لها أن تتطور بمرور الوقت مع تقدم العلم والتكنولوجيا ومع تعلّم الجهات الفاعلة المحلية عما هو فعال في مسألة سان دييغو.

يقترح التحليل الفني لإطار RDF حوكمة مؤسسية على مستوى المنطقة يمكنها تيسير التعاون المستمر والتعلم عبر السلطات القضائية.[iv] تم تنظيم هذا الهيكل في لجنة توجيهية إقليمية ومجموعات عمل قطاعية ومستشارين في الخط الأمامي، وسيجمع هذا الهيكل المسؤولين الحكوميين المطلعين وهيئات التخطيط والهيئات التنظيمية وأصحاب الشأن في الصناعة، والخبراء والعاملين في الخطوط الأمامية في كل قطاع عبر أنحاء المنطقة لاختبار وتقييم وتعديل الحلول والأهداف. هذا الهيكل ضروري لأن تحقيق عمليات التغيير الكبيرة والتعلم السريع اللازمة للتصدي لتغير المناخ يمثل مشكلة تحتاج إلى عمل جماعي. تتمتع كل من السلطات القضائية والوكالات المحلية في منطقة سان دييغو، بشكل فردي، بدرجة محدودة من الصلاحيات المباشرة على المجموعة الكاملة من الإجراءات اللازمة لخفض انبعاثات الكربون (على الرغم من أن بعضها قد يكون له تأثير غير مباشر بصورة أكبر). يمكن للتعاون على مستوى المنطقة أن يزيد من فعاليتها من خلال إشارات لسياسيات واضحة وموثوقة ومتسقة، وحل المشكلات المشترك وتجميع الخبرات حول ما ينجح وما لا ينجح، وزيادة النفوذ وسعة الموارد المشتركة. كما تمت المناقشة في الفصلين 7 و 8، يمكن أن تشمل أمثلة التعاون الإقليمي وضع حوافز على مستوى المقاطعة لتحفيز العمل، وجمع البيانات وتتبعها، وإجراء تحليلات، وتقديم الدعم لتطوير وتنفيذ السياسات، ودعوة أصحاب الشأن ومجموعات العمل لتطوير استراتيجيات إقليمية ومراقبة التقدم. يمكن لآلية رسمية مثل اتفاقيات القوى المشتركة (JPA) للعمل المناخي الإقليمي تيسير هذا التعاون، وبذلك تساعد في توسيع نطاق التفكير الاستراتيجي وصنع القرار بشأن خفض انبعاثات الكربون. يوضح الشكل 4 عملية مؤسسية يمكن من خلالها للحوكمة الإقليمية المستنيرة بالحلول الفنية المقترحة في إطار التنمية الريفية والمشاركة المستمرة مع أصحاب الشأن أن تقود التعلم الهادف في كل قطاع.

ضمن هذه العملية المؤسسية، يقترح التحليل الفني لإطار RDF أيضًا استراتيجيتين للتعامل مع الجهات الفاعلة والوكالات خارج المنطقة لزيادة حجم التأثير داخل المنطقة إلى الحد الأقصى. أولاً، سيحتاج قادة الإقليميين القائمين على خفض انبعاثات الكربون إلى الانخراط باستمرار مع الوكالات الخارجية، لا سيما على مستوى الولاية، للتأثير على السياسات التي تؤثر على الجهود المحلية (مثل أنظمة الطاقة المتجددة). ثانيًا، يجب أن يستفيد القادة المحليون من القطاع الخاص الذي يركز على التكنولوجيا في المقاطعة ومجتمعات الجامعات المتعددة لإعداد منطقة سان دييغو كقاعدة اختبار للمشروعات التجريبية والتوضيحية. في حين أنه من غير المرجح أن يكون للاستثمارات على المستوى الإقليمي في الابتكار وحده تأثيرات كبيرة على الاستعداد التكنولوجي في جميع القطاعات، فإن الاختبار المحلي ونشر التقنيات المطورة خارج المقاطعة قد يسهم في الجهد العالمي لدفع الحد العلمي نحو الحلول المناخية. بالإضافة إلى التوجيه نحو تخفيض الانبعاثات المحلية، فإن المشاركة الخارجية هي فرصة لجذب الموارد الخارجية واهتمام صانعي السياسات الفدراليين ومن الولاية إلى المنطقة، مع آثار إيجابية محتملة على الاقتصاد المحلي.

[iv] يتوفر المزيد من المعلومات حول التعاون والتعلّم عبر السلطات القضائية في الفصل 7.



الشكل 4. التحليل الفني لإطار RDF كجزء من إطار متكامل لخفض انبعاثات الكربون وكهيكل مؤسسي. يمكن أن يشمل هذا الهيكل هيئات الإدارة الإقليمية لمنطقة سان دييغو ومؤتمر حكومات، على سبيل المثال.

باختصار، يقترح إطار RDF إضفاء الطابع المؤسسي على عملية تعاونية شفافة للغاية للحصول على معلومات جديدة حول "ما يصلح" لخفض انبعاثات الكربون بعمق، ومقارنة أفضل الممارسات داخل المقاطعة، والمشاركة خارج المنطقة مع صانعي السياسات وأصحاب الشأن في الصناعة وغيرهم من الخبراء الذين يساهمون في تطور الإستراتيجية الوطنية. هذا مهم ليس فقط لتخفيض الانبعاثات المحلية إلى الحد الأقصى، ولكن أيضًا لتكون سان دييغو مؤثرة على سياسة المناخ الفدرالية والولائية ولتصبح قائد فعال في السلطات القضائية الأخرى. بالنظر إلى أن منطقة سان دييغو تشكل 0.08% فقط من الانبعاثات العالمية، فإن إيجاد أتباع هو أمر حيوي للمنطقة لإحداث أثر حقيقي في التخفيف من تغيّر المناخ.

خفض انباعاثات الكربون من الكهرباء

يحدد التحليل الفني لإطار RDF المجالات منخفضة التأثير وعالية الجودة والمجدية من الناحية الفنية لتطوير البنية التحتية للطاقة المتجددة في منطقة سان دييغو ومقاطعة إمبيريال المجاورة. شكلت انبعاثات الكهرباء ما يقارب 20% من قائمة الجرد الإقليمي لانبعاثات غازات الاحتباس الحراري لعام 2016 لمنطقة سان دييغو، وهي ثاني أكبر مصدر للانبعاثات في المنطقة (الشكل 3). سيتطلب خفض انباعاثات الكربون من إنتاج الكهرباء نشرًا واسع النطاق لموارد متجددة جديدة. يمكن أن يُحدث تحديد مواقع البنية التحتية للطاقة المتجددة والمنشآت آثارًا كبيرة على البيئة وسيتطلب بنية تحتية جديدة ومحدثّة لوسائل نقل الطاقة.

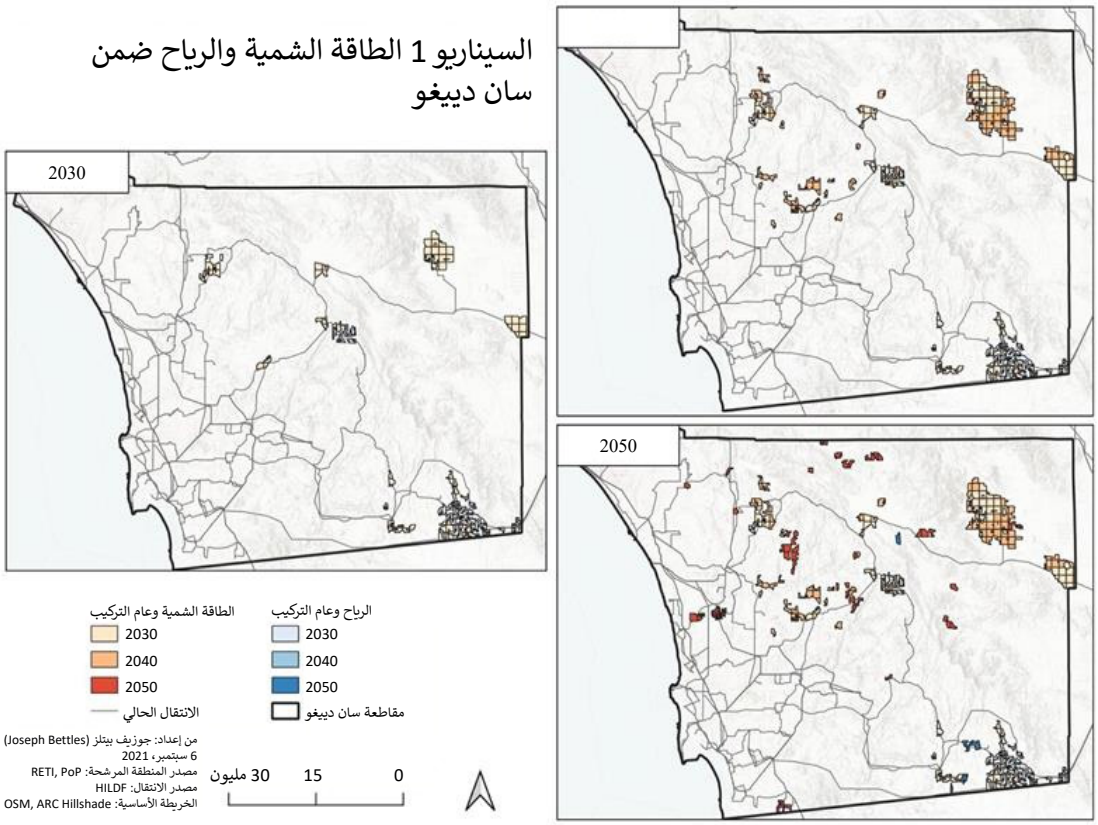
تمتلك منطقة سان دييغو مساحة كافية من الأراضي المتاحة لتوليد طاقة الرياح والطاقة الشمسية من أجل الاقتراب من نظام طاقة منزوع الكربون بالكامل بما يتماشى مع نموذج النظام على مستوى كاليفورنيا في ظل السيناريو الأقل تكلفة. ولكن، سيتطلب تلبية معايير الموثوقية استثمارات كبيرة، ولكن غير مؤكدة، في مجموعة من الموارد الإضافية، بما في ذلك توليد مفرط متقطع ومرن وتخزين وإدارة متعلقة بالطلب. يمكن للمنطقة أن تنتج الطلب المتوقع على الطاقة لعام 2050 من خلال تطوير طاقة الرياح والطاقة الشمسية على مستوى المرافق المحلية. ولكن، قد يكون الطلب على الطاقة أعلى أو أقل من إمدادات الطاقة المتجددة في وقت معين (على سبيل المثال، في الليل أو في أيام الأجواء الغائمة)، لذلك فإن الاستثمارات في البنية التحتية لتخزين الطاقة الإضافية ضرورية لتزويد المنطقة بالطاقة المتجددة الموثوقة. ومع ذلك، فإن تكاليف هذه الموارد الإضافية، مثل البطاريات والطاقة الكهرومائية للتخزين التي يتم ضخها، غير مؤكدة إلى حد كبير.

ينشئ التحليل الفني لإطار RDF سيناريوهات متعددة لاختيار الموقع للبنية التحتية للطاقة المتجددة لإثراء عملية صنع القرار. تتضمن هذه السيناريوهات سيناريوهات أقل تكلفة، والسيناريوهات التي تشمل مقاطعة إمبريال (بما في ذلك إمكاناتها للطاقة الحرارية الأرضية)، وسيناريوهات بمزيج مختلف من موارد الرياح والطاقة الشمسية (على نطاق التوزيع والمرافق)، والمواقع المهملة. حددت السيناريوهات الأولية مواقع الطاقة المتجددة على نطاق المرافق من الأقل إلى الأعلى تكلفة، في حين أن السيناريوهات الإضافية تعطي الأولوية لأهداف السياسة المختلفة مثل تجنب الأراضي ذات القيمة العالية للحفظ، والأراضي ذات القيمة النقدية العالية، والأراضي ذات الإمكانات العالية لعزل الكربون، والأراضي التي لم يتم اعتبارها في السابق بأنها قابلة للتطوير. تشمل جميع السيناريوهات تكاليف البنية التحتية موضحة بالتكلفة المعيارية للطاقة (LCOE)، وهي طريقة لمقارنة التكاليف عبر مشاريع الطاقة. يتضمن التحليل سيناريوهات تنمية الطاقة المتجددة التالية:[٧]

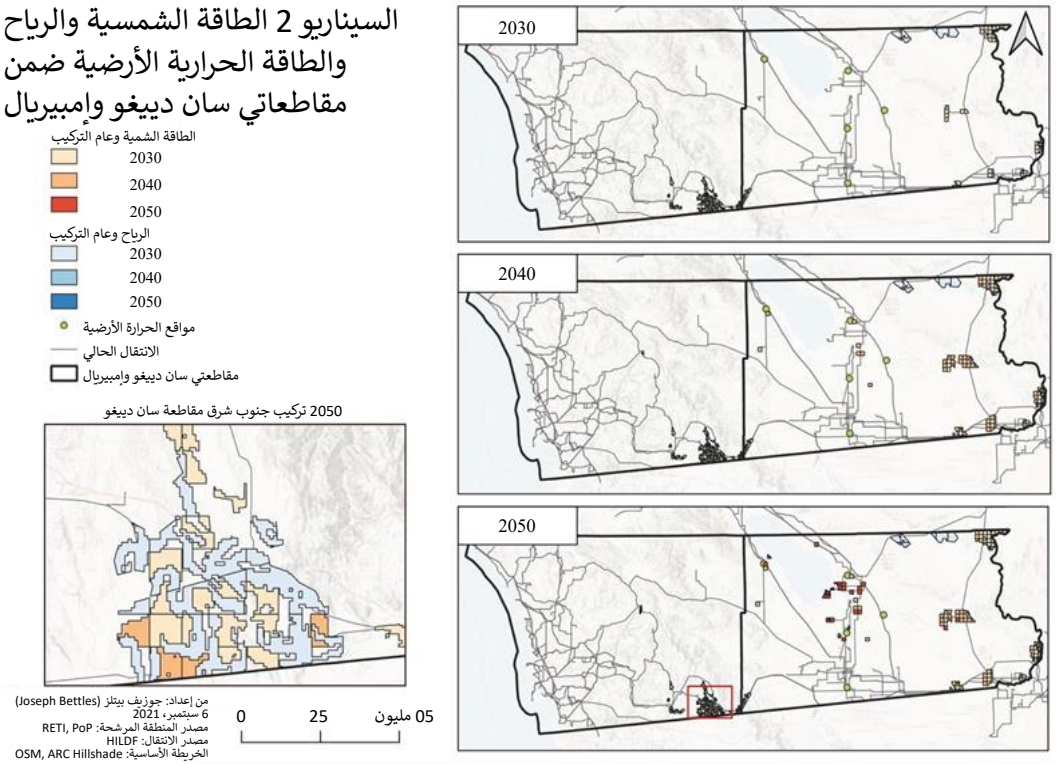
1. التكلفة الأقل، سعط محلية عالية (مقاطعة سان دييغو فقط) (الشكل 5)؛
2. التكلفة الأقل، وإمكانية نقل عالية (مقاطعتي سان دييغو وإمبيريال) (الشكل 6)؛
3. الحد الأدنى للأثر البيئي (يتجنب المناطق ذات قيمة الحفظ العالية) (الشكل 7)؛
4. تقليل خسارة الأرض ذات القيمة النقدية العالية (تجنب الأراضي ذات القيمة النقدية العالية) (انظر الفصل 2، القسم 2.5.2 للشكل)؛

[٧] انظر القسمين 2.4.5 و 2.4.6 للحصول على أوصاف البيانات وطرق اختيار الموقع ومنطقة المشروع المرشح.

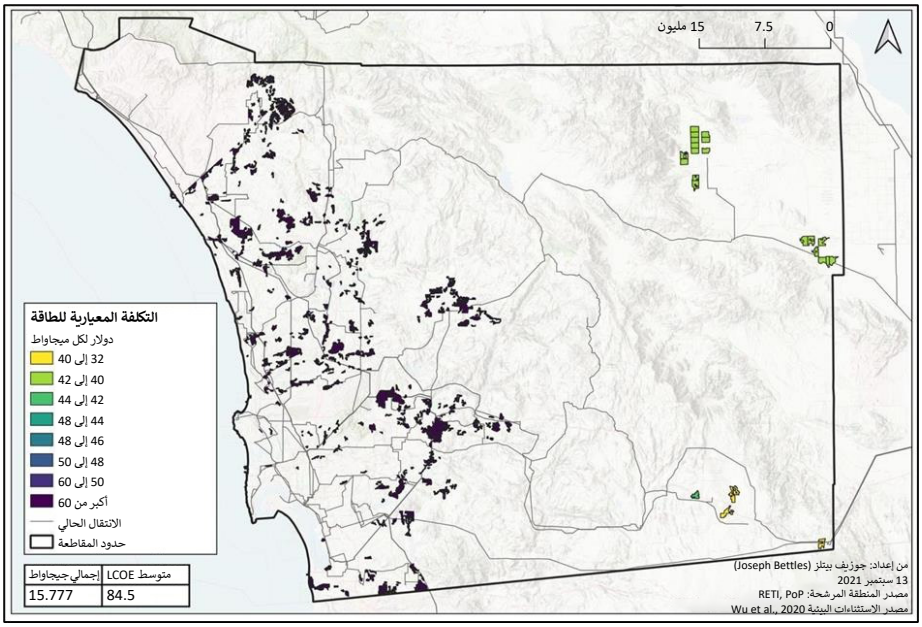
5. تقليل خسارة الأراضي التي تعزل النسب العالية للكربون بصورة طبيعي (تجنب الأراضي التي لديها احتمالية طبيعية على العزل الكربوني) (انظر الفصل 2، القسم 2.5.2 للشكل)؛
6. التطوير الأقصى للمناطق القابلة للتطوير (بما في ذلك الأراضي الشاغرة أو المقرر إعادة تطويرها) (انظر الفصل 2، القسم 2.5.2 للاطلاع على الشكل)؛ و
7. سيناريو متوسط المدى (يشمل خليط من المناطق القابلة للتطوير في المنطقة والمناطق المجاورة المميزة بتحديثات الانتقال، والطاقة الحرارية الأرضية القريبة، والطاقة الشمسية فوق الأسطح، والطاقة الشمسية في الأراضي المهملة، ورياح الأراضي المهملة) (الشكل 8).



الشكل 5. سيناريو منطقة المشروع المرشح 1: منطقة سان دييغو فقط. يحدد هذا التحليل موارد الطاقة الشمسية والرياح البرية على مستوى المرافق من التكلفة الأقل إلى التكلفة الأعلى لتلبية الطلب المتوقع على الطاقة. تُظهر اللوحات الثلاث البناء المطلوب بحلول كل عام والذي من شأنه أن يسمح للمنطقة بالاقتراب من خفض انبعاثات الكربون في الطاقة بالكامل بحلول عام 2050. تمثل الألوان الفاتحة مناطق المشروع المرشح (CPAs) التي سيتم بناؤها مسبقًا لأنها أقل تكلفة. الألوان الزرقاء هي مصادر الرياح والألوان البرتقالية/ الحمراء هي موارد شمسية. يبلغ متوسط التكلفة المعيارية للطاقة (LCOE) لهذا السيناريو 40.65 دولار لكل ميجاواط ساعة (MWh).

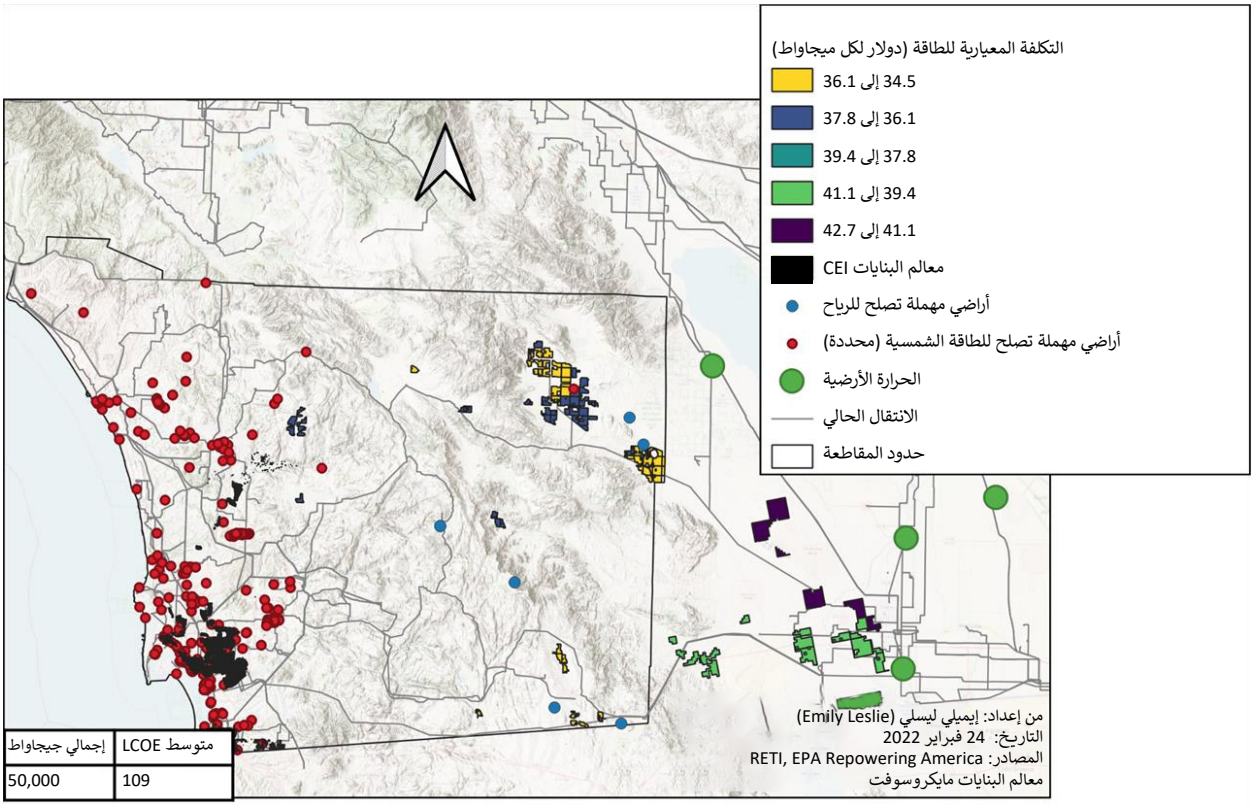


الشكل 6. سيناريو منطقة المشروع المرجح 2: مقاطعتي سان دييغو وإمبيريال. يحدد هذا التحليل موارد الطاقة الشمسية وطاقة الرياح البرية والطاقة الحرارية الأرضية من أقل تكلفة إلى أعلى تكلفة لتلبية الطلب المتوقع على الطاقة. تُظهر هذه الخرائط التطور على مدى ثلاث فترات زمنية حيث تمثل الألوان عام التطور (الألوان الفاتحة أقدم) والموارد (الأحمر/البرتقالي للطاقة الشمسية، والأزرق للرياح، والأخضر للطاقة الحرارية الأرضية). يَظهر الرسم تحديدًا لموقع منطقة Jacumba Hot Springs بحلول عام 2050 والمنطقة التي تتضمن مواقع Jacumba Valley Ranch (JVR) المقترحة/ المخطط لها. يبلغ متوسط التكلفة المعيارية للطاقة (LCOE) لهذا السيناريو 42.04 دولار لكل ميجاواط ساعة (MWh).



الشكل 7. سيناريو منطقة المشروع المرجح 3: تقييد الأراضي ذات قيمة الحفظ العالية. يقلل هذا السيناريو من الآثار على المناطق ذات قيمة الحفظ العالية والمناطق الأخرى الحساسة أو المهمة من الناحية البيئية. إنه لا يلبي الطلب الإقليمي على الطاقة وهو أكثر تكلفة نسبيًا (بمتوسط التكلفة المعيارية للطاقة (LCOE) يبلغ 84.5 دولار لكل ميجاواط ساعة (MWh)).

يستخدم سيناريو المدى المتوسط مزيجًا من التقنيات التي أثبتت جدواها وقابلتها للتطوير والتي تقع ضمن نطاق السلطات القضائية لمقاطعة سان دييغو أو مقاطعة إمبريال أو الكيانات الإقليمية من أجل تلبية الطلب الإقليمي على المدى القريب (2025) وبحلول منتصف القرن على حد سواء (موضح في الشكل 8). تشمل التقنيات تطوير البنية التحتية للأراضي المهملة (البنية التحتية للطاقة الشمسية وطاقة الرياح المبنية على مواقع ملوثة حاليًا أو سابقًا)؛ الطاقة الشمسية وطاقة الرياح على نطاق المرافق في كل من مقاطعتي سان دييغو وإمبيريال؛ والطاقة الشمسية فوق الأسطح والمساحات الشاغرة وحفر (حيث يتم تعريف "الطاقة الشمسية في المساحات الشاغرة" على أنها مشاريع للطاقة الشمسية مبنية في أماكن حضرية ذات كثافة سكانية كبيرة)؛ والطاقة الحرارية الأرضية (وهي مصدر طاقة نظيف وثابت).



الشكل 8. سيناريو منطقة المشروع المرشح 7: سيناريو متوسط المدى 2050. يوضح هذا الشكل المواقع المحددة لتلبية الطلب على الكهرباء لعام 2050 في إطار سيناريو المدى المتوسط. في هذا السيناريو، يكون التوليد السنوي لعام 2050 من مصادر متجددة جديدة كما يلي: 12% الطاقة الشمسية فوق الأسطح، 23% الطاقة الشمسية في الأراضي المهملة، 0.1% رياح الأراضي المهملة، 6% الطاقة الشمسية على نطاق المرافق على أرض قابلة للتطوير في مقاطعة سان دييغو، 0.4% رياح على نطاق المرافق على أرض قابلة للتطوير في سان دييغو، 38% الطاقة الشمسية في إمبريال، 21% الطاقة الحرارية الأرضية في إمبريال. تؤدي إضافة موارد الطاقة الشمسية فوق الأسطح والأراضي المهملة جنبًا إلى جنب إلى انخفاض بنسبة 35% في آثار مساحات الأرض. إنه يلبي الطلب الإقليمي على الطاقة ولكن متوسط التكلفة مرتفع (متوسط التكلفة المعيارية للطاقة (LCOE) يبلغ 109 دولار/ ميجاواط ساعة) جزئيًا بسبب ارتفاع تكاليف تطوير الأسطح والأراضي المهملة.

هناك بعض القواسم المشتركة عبر السيناريوهات فيما يخص النتائج، مما يشير إلى أن هذه قد تكون خيارات البنية التحتية للطاقة المتجددة "ذات مردود جيد". لقد أظهرت هذه التحليلات الجغرافية المكانية أن الطاقة الشمسية على الأسطح والمساحات الشاغرة يمكن أن تجلب منافع مشتركة للمجتمعات، وإلى جانب تطوير الأراضي المهملة، فهذه استراتيجيات ذات مردود جيد. على الرغم من تكاليفها المرتفعة نسبيًا مقارنةً بالتنمية على مستوى المرافق، إلا أن لها آثار منخفضة على البيئة والزراعة والمجتمعات الريفية، ولديها فرص تدريب وظيفية عالية بالقرب من المنازل والمراكز الحضرية. نظرًا للاهتمام التجاري الكبير والموقع ذو الصلة بالقرب من المواقع المتجددة المخطط لها أو الحالية،

فقد قامت النماذج بتحديد مواقع JVR المتجددة في معظم السيناريوهات. هذه المنطقة مفضلة من خلال إجراءات التخطيط على مستوى الولاية، بما في ذلك تلك الخاصة بكاليفورنيا مشغّل الشبكة المستقلة (CAISO) (وهو مشغّل الشبكة في كاليفورنيا) ولجنة المرافق العامة في كاليفورنيا (CPUC) وقد يمثل سيناريو ذو مردود جيد للتطور على نطاق المرافق. تتطلب كافة السيناريوهات دراسة متأنية لقضايا العدالة البيئية وفهمًا أعمق للآثار التي ستحدثها تطورات الطاقة هذه على المجتمعات المعنية والمجتمعات منخفضة الدخل و/أو المجتمعات المحرومة.

يعد التوافر الكبير للطاقة الشمسية والطاقة الحرارية الأرضية في مقاطعة إمبريال موردًا كبيرًا محتملاً لسان دييغو قد يتطلب ترقيات لشبكة وسائل النقل. نظرًا لتطوير البنية التحتية للطاقة المتجددة في المناطق المجاورة - مثل مقاطعة إمبريال أو المكسيك أو مياه الولاية - ستتغير سيناريوهات اختيار الموقع في تحليلات العرض والطلب المتكررة للطاقة. وبالمثل، نظرًا لأن التقنيات الجديدة وإصدار التصاريح توفر موارد إضافية للطاقة المتجددة (مثل الرياح البحرية، وطاقة الأمواج، وما إلى ذلك)، فسوف تحتاج السيناريوهات إلى التحديث لمراعاة إمدادات الطاقة من تلك الموارد الجديدة. إطار العمل هذا مرن بدرجة كافية لمراعاة الطلب الإضافي على الطاقة المتجددة عند توفرها.

ينبغي أن تنسق المنطقة مع أجهزة الولاية لضمان موثوقية النظام. تعد منطقة سان دييغو جزءًا من شبكة نظام طاقة أكبر، لذلك، سيكون التنسيق عبر الوكالات أمرًا حاسمًا في صنع القرار والتخطيط وتنفيذ البنية التحتية للطاقة المتجددة في المستقبل. على سبيل المثال، هناك خطة موارد متكاملة على مستوى الولاية (IRP) قيد التنفيذ لدى لجنة CPUC. تُعد شركات توزيع الطاقة (LSEs) في جميع أنحاء الولاية أطرافًا في هذا الإجراء، ويُطلب من شركات LSEs، مثل شركة سان دييغو للغاز والكهرباء (SDG & E) وبرامج جهات تجميع الخدمات المجتمعية (CCAs)، تقديم خطط الشراء الخاصة بهم على أساس سنوي. تساعد هذه عمليات التقديم الولاية على توقّع مشكلات الموثوقية المحتملة، وتساعد تحديثات وسائل النقل لمشغّل CAISO والتي قد تكون ضرورية لاستيعاب خطط شركات LSE ولتلبية الأهداف المناخية. إلى الحد الذي تتضمن فيه خطط شركات LSE التوليد المحلي الموزع، أو الطاقة الشمسية فوق الأسطح، أو الطاقة الشمسية المجتمعية، أو مشاريع المقاول المؤهلة للتكافؤ، أو المواصفات الأخرى، ينبغي الإشارة إلى هذه المعلومات في عمليات التقديم لدى شركات LSE إلى لجنة CPUC. بالإضافة إلى ذلك، غالبًا ما يعمل أعضاء مجلس المدينة والمسؤولون الحكوميون الآخرون في مجالس إدارة برامج CCA ويشاركون في تخطيط المشتريات وتحديد الأهداف. يمكن لأعضاء مجلس الإدارة المساعدة في ضمان تنفيذ خطط شركات LSE لتحقيق الاتساق مع أهداف خفض غازات الاحتباس الحراري الإقليمية، وكذلك مع أهداف الولاية. هذا مهم بشكل خاص عندما تكون الأهداف المحلية أكثر طموحًا من أهداف الولاية. ما بعد خطة IRP، هناك إجراءات إضافية لوكالات الولاية يمكن أن تستفيد من المدخلات من اللاعبين المحليين (على سبيل المثال، إجراءات كفاية موارد لجنة CPUC، وعملية تخطيط نقل مشغّل CAISO، وإجراءات متطلبات القدرات المحلية لمشغّل CAISO). في إجراء كفاية الموارد، يقوم موظفو لجنة CPUC بإجراء تحليلات لضمان موثوقية شبكة الطاقة الكهربائية. في عملية تخطيط النقل، يقوم مشغّل CAISO بإجراء تحليلات لضمان الموثوقية والامتثال للسياسة والفعالية من حيث التكلفة لتحديث نظام النقل المخطط لها. في إجراءات متطلبات السعة المحلية، يتخذ مشغّل CAISO نهجًا أقرب إلى النهج المحلي لتحليل الموثوقية منه إلى الإجراءات الأخرى. على سبيل المثال، القسم 3.3.10 من الدراسة الفنية للقدرة المحلية لمشغّل CAISO لعام 2022، مخصص لمنطقة San Diego-Imperial Valley . يجب أن تنسق شركات توزيع الطاقة مثل SDG&E و SDCP و CEA بشأن المشتريات وكفاية الموارد والقضايا الأخرى التي يتم تناولها في هذه الإجراءات.

تتطلب الولاية نظامًا كهربائيًا منزوع الكربون بالكامل بحلول عام 2045 ولديها متطلبات للطاقة الشمسية فوق الأسطح في بعض المباني الجديدة. ومع ذلك، هناك المزيد من مناطق الفرص لخفض انبعاثات الكربون تتجاوز أهداف الولاية. خفض انبعاثات الكربون في الكهرباء هي التدبير الأكثر شيوعًا الذي تم تحليله في خطة العمل المناخية ويساهم في المتوسط في خفض غازات الاحتباس الحراري أكثر من أي تدبير آخر. تتضمن معظم خطط العمل المناخية تدبيرًا لتشكيل برامج CCA أو الانضمام إليه، ولكن هناك فرصًا لزيادة مشاركة CCA ولالتزام CCA بطاقة خالية من الكربون بنسبة 100% قبل الموعد النهائي للولاية في عام 2045. بالإضافة إلى ذلك، هناك فرص محلية لتعزيز أو استكمال متطلبات الطاقة الشمسية فوق الأسطح من خلال اعتماد "رموز الوصول" (أو الرموز المحلية التي تتجاوز متطلبات الولاية) وتقييم التفويضات أو الحوافز لأنظمة تخزين الطاقة المقترنة بالطاقة الشمسية فوق الأسطح لتقليل الانبعاثات الهامشية خلال ذروة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري للنظام الكهربائي، ولزيادة الموثوقية.

ستكون هناك حاجة إلى المزيد من العمل لجعل إمدادات الكهرباء خالية من الكربون بقدر الإمكان. على مدار التاريخ، تم تركيب الطاقة الشمية فوق الأسطح في الأحياء ذات الدخل العالي و/أو المناطق ذات التكلفة العالية من حيث تملّك المنازل. توجد العديد من الخيارات لمعالجة التوزيع غير العادل في تركيب الطاقة الشمسية، بما في ذلك الحوافز والتمويل المستهدف. بالإضافة إلى ذلك، يمكن لبرامج CCA زيادة المشاركة في برنامج "التعرفة الخضراء" للمجتمعات المحرومة، ودعم العملاء في برامج الخصم للدخل المؤهل لاختيار ما يصل إلى 100% من خيارات خدمة الكهرباء الخالية من الكربون، ودعم التمويل الشامل لتحديثات الطاقة.

السلطة القانونية لتنظيم إنتاج الطاقة:[vi] السلطات القضائية في منطقة سان دييغو لديها صلاحية الإلزام بمستويات إمدادات كهرباء خالية من الكربون من خلال خطط العمل المناخية وشراء إمدادات كهرباء خالية من الكربون من خلال برامج CCA. وبالتالي يمكنها توفير المزيد من الطاقة الخالية من الكربون مما تُلزمه وكالات الولاية. ولكن، لا تزال الوكالات أو الكيانات الحكومية و/أو الفدرالية تنظم إمدادات الطاقة المحلية من أجل الموثوقية، مما يعقّد عمليات خفض انبعاثات الكربون في إمدادات الكهرباء بالكامل باستخدام الطاقة المتجددة. بالإضافة إلى ذلك، فإن السلطات القضائية المحلية مخولة أيضًا بدعم محطات الطاقة الحرارية التي تعمل بالوقود البديل والبنية التحتية ذات الصلة التي يمكن أن توفر كهرباء منخفضة أو معدومة الانبعاثات لتلبية متطلبات الموثوقية وجودة الهواء (على سبيل المثال، إنتاج الهيدروجين الأخضر و/أو محطات الطاقة). السلطات القضائية المحلية مخولة أيضًا بزيادة التوليد الموزع من خلال برامج CCAs "ورموز الوصول"، وبتبسيط إصدار التصاريح. زيادة التنظيم لمعظم انبعاثات محطات الطاقة الحرارية التي تعمل بالوقود الأحفوري محدود نظرًا للوائح الولاية الحالية والشكوك بشأن الإجراءات الوقائية الفدرالية.

[vi] انظر الفصل 8، القسم 8.7 "خفض انبعاثات الكربون في المباني"، والملحق (ب) للمزيد من المناقشات عن السلطة القانونية.

خفض انبعاثات الكربون في وسائل النقل

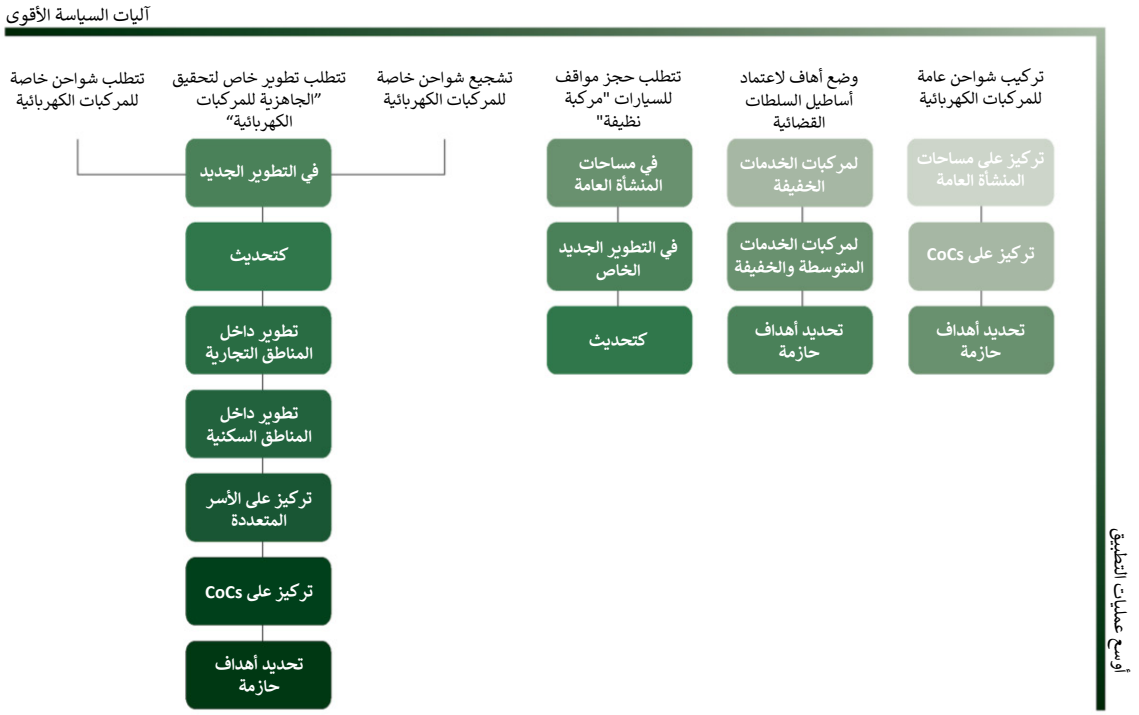
يعتبر قطاع وسائل النقل أكبر مساهم في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الإقليمية. في عام 2016، بلغت انبعاثات وسائل النقل على الطرق ما يقارب نصف الانبعاثات الإقليمية. في عام 2035، من المتوقع أن تمثل الانبعاثات من وسائل النقل البري حوالي 41% من إجمالي الانبعاثات المتوقعة (الشكل 3).[vii] حددت التشريعات والأوامر التنفيذية وأهداف الوكالة على مستوى الولاية أهدافًا لخفض غازات الاحتباس الحراري في قطاع وسائل النقل، ونفذت منطقة سان دييغو العديد من الإجراءات لتقليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في النقل الإقليمي، نفذت منطقة دييغو العديد من التدابير لتقليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في وسائل النقل الإقليمي، والتي تضمنت مجموعة متنوعة من استراتيجيات تقليل عدد الأميال المقطوعة بالسيارة (VMT) واستراتيجيات تحويل المركبات إلى كهرباء.

لدى المنطقة أساس سياسي قوي للحد من الانبعاثات المتعلقة بوسائل النقل. إلا أن الالتزامات الحالية من خلال خطط العمل المناخية والسياسات الأخرى لا تتسق مع مستويات التخفيض التي تتطلبها الأوامر التنفيذية الحكومية لحيادية الكربون. إن أفضل الالتزامات في خطط العمل المناخية لتقليل انبعاثات وسائل النقل على الطرق من خلال تقليل عدد الأميال المقطوعة بالسيارة واعتماد المركبات الكهربائية وتطبيق استراتيجيات كفاءة الوقود، وإن تم تطبيقها على المنطقة بأكملها، فليس من المتوقع أن تحقق تلك الالتزامات أهداف الولاية الصفرية للانبعاثات.

مناطق الفرص موجودة لتسريع تبني المركبات الكهربائية (EV) وتقليل الأميال المقطوعة للمركبات (VMT) بناءً على السياسات الإقليمية الحالية وأنماط ملكية المركبات وسلوكيات السفر وتطوير استخدام الأراضي. تشمل مناطق الفرص هذه تدابير خطة العمل المناخية لتقليل VMT وتقليل انبعاثات المركبات. تعمل السياسات الحالية وسلوكيات المستهلك والسائق والمطور بالفعل على زيادة اعتماد المركبات الكهربائية وتقليل عدد الأميال المقطوعة بالسيارة. ومع ذلك، هناك المزيد من مناطق الفرص لتسريع خفض انبعاثات الكربون في وسائل النقل الإقليمي. لتقليل عدد الأميال المقطوعة بالسيارة، يمكن للسلطات القضائية تعزيز التنقل ووسائل النقل النشطة (ركوب الدراجات والمشي)، وتشجيع التطور الذكي والاتصال الحضري والكثافة عن طريق تغيير تقسيم المناطق لتعزيز التطور متعدد الاستخدامات وتثبيط وقوف السيارات.[viii] لتقليل الانبعاثات، يمكن للسلطات القضائية تحديد مجالات لتدابير تهدئة حركة المرور، ووضع متطلبات تحد من توقف المركبات والمحرك يعمل (خاصة حول المدارس)، وتوفير حوافز خاصة بسلوكيات السائقين. علاوة على ذلك، فإن السلطات القضائية المحلية لديها فرصة للتأثير على تقاعد المركبات، والذي يمكن يحدد حسب الأولوية في المجتمعات المعنية لتقليل عبء تلوث الهواء بسرعة في تلك المجتمعات. أخيرًا، يمكن للحكومات المحلية زيادة استخدام أنواع الوقود البديلة منخفضة الكربون والمركبات الكهربائية، بالأخص المركبات المتوسطة والثقيلة، في الأساطيل الحالية والمستقبلية. يوضح الشكل 9 قائمة بفرص لسياسيات تهدف إلى زيادة اعتماد المركبات الكهربائية، موضحًا خيارات السياسة التي تتراوح من حيث الفعالية (أي مدى جودة السياسة في زيادة اعتماد المركبات الكهربائية) واتساع النطاق (أي عدد الأشخاص الذين يمكنهم الوصول إليهم).

[vii] انظر الفصل 8، القسم 8.5 للحصول على تحليل مفصل لالترامات خطة العمل المناخية من حيث صلتها بوسائل النقل. لاحظ أن هذه القيمة تشمل التغييرات المتوقعة في مبيعات المركبات الكهربائية ولكنها لا تتضمن تدابير خطة العمل المناخية.

[viii] تم تحديد فرص زيادة الكثافة في المناطق الشاغرة في الفصل 3. يتوفر المزيد من التفاصيل حول تخفيض VMT في الفصل 8.



الشكل 9. مجموعة متنوعة من خيارات السياسة لتسريع اعتماد المركبات الكهربائية. من المرجح أن تكون السياسات أكثر فاعلية عند التحرك إلى اليسار ومن المرجح أن يكون لها تطبيق أوسع يتجه نحو الأسفل. وبالتالي، من المتوقع أن يكون الجزء السفلي الأيسر هو الأكثر فاعلية وأن يكون له أوسع تطبيق لمقياس السياسة الموضح حيث من المتوقع أن يكون الجزء العلوي الأيمن هو الأقل فاعلية وأن يكون له الأضيق تطبيقًا لإجراءات السياسة الموضحة.

توجد فرص متعددة للتعاون والتنسيق الإقليميين. تشير طبيعة وسائل النقل على الطرق والأطر المؤسسية القائمة التي تنسق القرارات المتعلقة بوسائل النقل إلى أن التعاون الإقليمي بشأن خفض انبعاثات الكربون في وسائل النقل سيكون أكثر فعالية من تدابير خطة عمل مناخية فردية. تقدم برامج CCAs مثالاً على آلية محلية، عادةً من خلال اتفاقيات القوى المشتركة (JPAs)، التي يمكن أن تدعم تحويل وسائل النقل إلى الكهرباء من خلال تطوير برامج لتحفيز استيعاب المركبات الكهربائية محليًا خارج برامج الولاية والبرامج الفدرالية. وبالمثل، يمكن تحديد عمليات خفض انبعاثات الكربون الإقليمية الأخرى المتعلقة بوسائل النقل والتي يمكنها أن تعزز الأموال المحلية لخفض انبعاثات الكربون في وسائل النقل. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن تتعاون السلطات القضائية المحلية في تقييم آثار التكافؤ في استخدام المركبات الكهربائية مقابل الاستخدام المتزايد لوسائل النقل الجماعي في مجتمعات مختلفة، ومواءمة تحليلات التكافؤ في وسائل النقل الإقليمي (على سبيل المثال، تحليلات التكافؤ في SANDAG) مع تحليلات التكافؤ في خطة العمل المناخية (مثل تحليلات التكافؤ لمدينة سان دييغو).

السلطة القانونية لتنظيم خفض انبعاثات الكربون في وسائل النقل:[ix] تتمتع السلطات القضائية والوكالات المحلية في منطقة سان دييغو بصلاحيات واسعة فيما يخص وسائل النقل، استنادًا إلى كل من صلاحية استخدام الأراضي المشتقة محليًا حول التخطيط والتطوير، والصلاحية المخولة من قِبل الولاية والحكومات الفدرالية على حد سواء. يمكن تقييد هذه السلطات أو منعها بموجب قوانين الولاية أو القوانين الفدرالية، كما هو الحال مع تنظيم الوقود وانبعاثات العادم. بالإضافة إلى ذلك، يمكن للسلطات القضائية المحلية وضع سياسات وأنظمة خاصة بتغيّر المناخ للحد من غازات الاحتباس الحراري الناتجة عن وسائل النقل في الخطط العامة (GPs)، أو خطط العمل المناخية أو تقسيم المناطق أو لوائح التطوير التي تركز على وسائل النقل. علاوة على ذلك، يمكنها أن تُلزم بإنشاء بنية تحتية لتبديل الوقود في المباني (على سبيل المثال، معدات شحن المركبات الكهربائية)، وبناء بنية تحتية داعمة في الطرق العامة التي تتمتع بحق المرور أو في الأراضي العامة، ودعم إنتاج الوقود البديل والبنية التحتية مثل الهيدروجين. يمكن للسلطات القضائية المحلية تنظيم أساطيلها الخاصة من خلال شراء أساطيلها أو صيانتها أو تغييرها. لديها أيضًا صلاحية تنظيم انبعاثات النقل غير المباشرة للحفاظ على الانبعاثات المحلية متوافقة مع معايير جودة الهواء الفدرالية ومعايير الولاية. تخلق قوانين ولوائح الولاية فرصة لمواءمة الإجراءات المحلية التي تقلل تكاليف التنفيذ من خلال جلب المشاريع الممولة من الولاية إلى المنطقة، لا سيما في المجتمعات محط الاهتمام، ونشر التكنولوجيا التي طورها تمويل الولاية أو التمويل الفيدرالي. أخيرًا، يبدو أن السلطات القضائية تتمتع بسلطة قانونية أكبر من خلال استخدام الأراضي، وتحديد مواقع البنية التحتية للنقل، والصلاحية المخولة، وصلاحيات الضرائب لتقليل غازات الاحتباس الحراري للنقل، مقارنة بالالتزامات الواردة في خطط العمل المناخية. ستكون هناك حاجة إلى عمل إضافي من قبل السلطات القضائية المحلية لتقييم حدود سلطتها في زيادة خفض غازات الاحتباس الحراري في وسائل النقل البري.

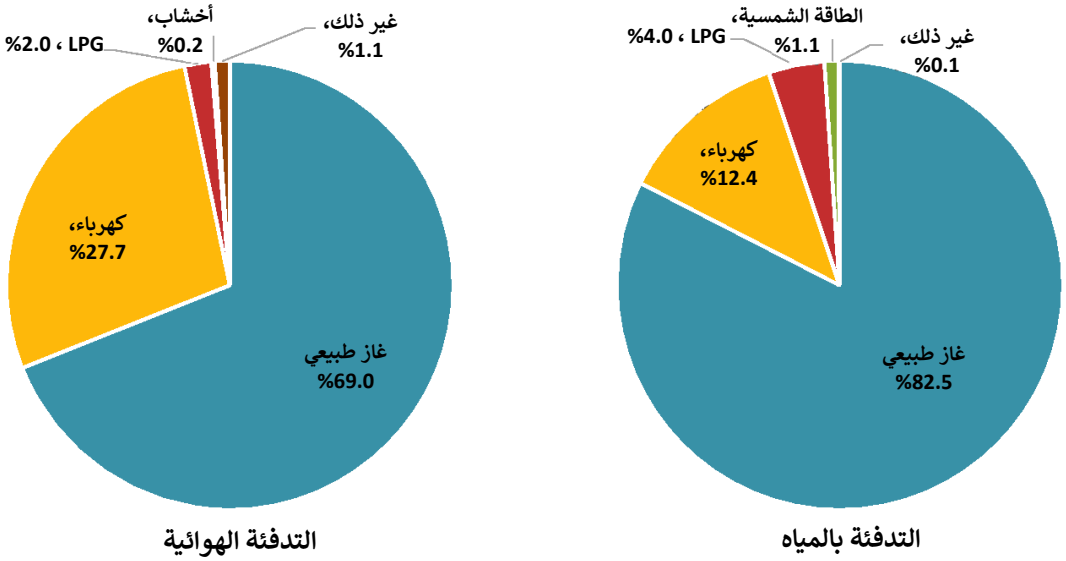
خفض انبعاثات الكربون في المباني

يدرس التحليل الفني الذي يقدمه إطار RDF، خليط البناء والانبعاثات ذات الصلة، الناتجة عن البنية التحتية وقطاع البناء في المنطقة. تنبع الانبعاثات المباشرة في المباني من احتراق الوقود الأحفوري في الموقع، وتزيد من الانبعاثات الإقليمية الناتجة عن غازات الاحتباس الحراري، لذلك يركز هذا الفصل على خفض انبعاثات الكربون في المباني، من خلال وقف الانبعاثات الناتجة عن الوقود الأحفوري بحلول عام 2045. يركز التحليل على التحول إلى الكهرباء في الأنظمة المسؤولة عن انبعاثات الاستخدام النهائي، مثل التدفئة وتسخين المياه، كما يركز على استخدام الوقود منخفض الكربون مثل الميثان الحيوي والهيدروجين، في حالة عدم توفر خيار التحول الكهربائي بعد. يرسم التحليل ثلاثة مسارات محددة لتحقيق قطاع بناء خالٍ من الكربون بحلول عام 2050: مسار يستهدف توسيع التحول إلى الكهرباء في الأنظمة التي تعمل بالوقود الأحفوري، ومسار يسعى أن تكون فيه مضخات الحرارة عالية الكفاءة عند التحول إلى الكهرباء، ومسار يعمل على استخدام وقود منخفض الكربون لتقليل الانبعاثات، أثناء الاعتماد البطيء للتحول إلى الكهرباء.[x]

[ix] انظر الفصل 8، القسم 8.5 "خفض انبعاثات الكربون في وسائل النقل" والملحق (ب)، للمزيد من المناقشة عن السلطة القانونية.
[x] تتوفر تفاصيل أكثر عن المسارات المحددة في الفصل 4، القسم 4.4، وفي أجزاء أخرى في الفصل.

ينبغي أن يكون استبدال أنظمة التدفئة وتسخين المياه التي تعمل بالوقود الأحفوري بالأنظمة الكهربائية، نقطة أساسية تركز عليها السياسة، لخفض انبعاثات المباني. تُعد حصص كبيرة من انبعاثات المباني في منطقة سان دييغو من نصيب التدفئة وتسخين المياه، نظرًا إلى الميل إلى الاعتماد على الغاز الطبيعي (الشكل 10)، لذلك فإن استبدال هذه الأنظمة والأنظمة الأخرى التي تعمل بالوقود الأحفوري مثل الأفران وأجهزة التجفيف بأنواع كهربائية، سيُحدث أثرًا كبيرًا على خفض انبعاثات الكربون في المباني. تعد التدفئة وتسخين المياه بيئة مناسبة للتحول إلى الكهرباء، نظرًا إلى أن تقنيات الضخ الحراري المتاحة لكلا الاستخدامين أكثر كفاءة من الأنظمة التي تعمل بالغاز الطبيعي، مما يوفر تدفئة أعلى لكل وحدة من مدخلات الطاقة. لتنظيم درجة حرارة المباني تقدم مضخات الحرارة الكهربائية خياري التدفئة والتبريد من نفس الوحدة، مما يجعلها مثالية للمنازل التي لا يتوفر بها مكيف للهواء حتى الآن. تتسبب سخانات المياه في أعلى انبعاثات في المباني، لذا فإن استبدالها بأنواع كهربائية سيخفض جدًا تكلفة الانبعاثات. في النهاية، لم يجد هذا التحليل اختلافًا جوهريًا في التكاليف بين البناء الجديد وإضافة الوحدات الكهربائية، وبين تعديل الأجهزة القديمة. بالتالي، ينبغي أن تدعم السياسات الإقليمية زيادة تبني أنظمة التدفئة وتسخين المياه الفعالة التي تعتمد على مضخات الحرارة في كل من المباني الجديدة والحالية.

علاوة على ذلك، ينبغي أن تركز السياسات التي تستهدف استبدال أنظمة التدفئة وتسخين المياه التي تستخدم الوقود الأحفوري، على زيادة التطبيق بين السكان محدودي الدخل وملاك المنازل المؤخرة، من خلال المساعدة. ستتناول هذه السياسات بعض أوجه عدم المساواة السابقة في جودة الإسكان، أو الظلم البيئي، أو الفوارق الصحية بسبب تلوث الهواء في الأماكن المغلقة، أو تكاليف المرافق أو جميعهم، وستحرص على عدم استثناء السكان محدودي الدخل والمؤجرين من أهداف خفض انبعاثات الكربون من المباني، وعدم تركهم يدفعون أسعار الغاز المتزايدة.



الشكل 10. الاستخدام السكني للطاقة في منطقة سان دييغو في التدفئة وتسخين المياه بحسب نوع الوقود (% من حسابات العملاء) المصدر: DNV GL Energy Insights. 2021. 2019 دراسة إشباع الأجهزة السكنية في كاليفورنيا (RASS).

يوجد العديد من إجراءات خفض انبعاثات الكربون من المباني التي تمتاز بأنها قصيرة المدى وجيدة المردود على التكلفة.أولاً، إن تطبيق معايير "جاهزية التحول إلى الكهرباء" أو "كهربائية بالكامل" على المباني الجديدة وعمليات التجديد الكبرى عبر قوانين الطاقة في المباني، سيقلل من التكاليف ذات الصلة بالتحول عن الوقود الأحفوري. ثانيًا، لن ينتهي العمل ببعض أنظمة المعدات الحالية التي تستخدم الوقود الأحفوري إلا بحلول عام 2050. يعد استبدال أنظمة التدفئة المتهالكة التي تعمل بالوقود الأحفوري بالأنظمة الكهربائية أمرًا سريع المردود. هذه أولوية على المدى القريب. ثالثًا، تعد جمع البيانات المحسنة إجراءً أساسًا منخفض التكلفة لتطوير السياسة في المستقبل. إن وجود المزيد من البيانات عن انبعاثات المباني وخفض انبعاثات الكربون منها، ستفيد صانعي القرار في اتخاذ قرارات أكثر استنارة، بينما يضعون السياسات التي تستهدف تحويل إسهامات قطاع البناء في المنطقة لتحقيق صافي انبعاثات صفرية.

يمكن استخدام وقود غازي منخفض الكربون في الاستخدامات النهائية التي يصعب تحولها إلى الكهرباء، مع ذلك يلزم إجراء بحث وتطوير. يصعب تحويل بعض أنظمة المباني إلى الكهرباء، لذلك فإحدى الطرق لتقليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري من تلك الأنظمة هو استخدام أنواع الوقود التي لا تطلق غازات احتباس حراري صافية في الغلاف الجوي. بالمثل، يمكن استخدام تلك الأنواع من الوقود في هذه الأنظمة أو أنظمة أخرى قبل تحويلها إلى الطاقة الكهربائية. يمكن أن تشمل أنواع الوقود الغازي منخفض الكربون الميثان الحيوي أو الهيدروجين أو كليهما. ولكن، هناك تنازلات تتعلق بالتكلفة والكفاءة لكل نوع من أنواع الوقود البديل، بالإضافة إلى جانب الشكوك، لذلك سيكون من الضروري إجراء المزيد من البحث والتجريب قبل التطبيق.

يمكن تقليل مخاطر المرافق التي تعمل بالغاز، وهي عدم استرداد المبالغ المستثمرة في الأصول (التي هي مخاطر التكلفة الجانحة)، من خلال تقليل عمليات التوسع أو الاستبدال غير الضرورية لأنظمة خطوط أنابيب الغاز، ومن خلال تسريع إهلاك أصول المرافق الحالية. يمكن أن يؤدي السحب التدريجي لاستهلاك الغاز الطبيعي في الاستخدام النهائي إلى أصول غاز طبيعي جانحة، التي تتمثل في البنية التحتية مثل خطوط أنابيب الغاز الطبيعي التي انتهى استخدامها قبل الوصول إلى نهاية عمر استخدامها. في حالة الشركات مثل SDG&E، تمثل الأصول الجانحة خسائر مالية محتملة بسبب التكاليف الرأسمالية العالية لصنع البنية التحتية للغاز أو استبدالها. سيمثل تخفيف هذه الأصول الجانحة اعتبارًا مهمًا في السياسة. تعد إحدى الأدوات الممكنة هي تقليل التوسع أو الاستبدال غير الضروري للبنية التحتية لخطوط الأنابيب. تستثمر SDG&E في أصول الغاز الطبيعي عندما تتوسع في خطوط الأنابيب لخدمة عملاء جدد، وعندما تستبدل الخطوط القديمة أو التالفة وغيرها من الأصول. إن تطبيق سياسات مثل إلزام جميع المباني الجديدة بالتحول بالكامل إلى الكهرباء سيخفف الخسائر في الأصول الجانحة في الاستثمارات الجديدة في الأنابيب التي تصل إلى العملاء الجدد، لكن ذلك لن يقلل خسائر الاستثمار في استبدال البنية المتهالكة. إن البحث في بدائل خارج خطوط الأنابيب للبنية التحتية الجديدة والمستبدلة وتجريبها، بما في ذلك التحول إلى الكهرباء في الاستخدامات النهائية بدلاً من استبدال البنية التحتية، قد يوفر فرصًا لتقليل الخطر.

تتضمن خطط العمل المناخية (CAPs) تدابير محدودة نسبيًا تهدف إلى تحول المباني إلى الكهرباء، علاوة على الاهتمام الضعيف نسبيًا بالتدابير المتعلقة بآثار غازات الاحتباس الحراري، على الرغم من أهميتها في خفض انبعاثات الكربون على المستوى الإقليمي. لا تتضمن سوى ست خطط عمل مناخية تدابير تتعلق بالتحول إلى الكهرباء في المباني، ويعد الاهتمام بمسألة تقليل غازات الاحتباس الحراري في خطط العمل المناخية التي تراعي الكفاءة والتحول إلى الكهرباء منخفض نسبيًا. مقارنة بمستوى التحول المطلوب إلى الكهرباء في كل من المباني الجديدة والحالية في

مسارات التحليل الفني الذي يقدمه إطار RDF، كما هو مخطط له في الفصل 4، تعد تدابير خطط العمل المناخية دون المستوى المطلوب لخفض انبعاثات الكربون من المباني.

تعد سياسات خفض انبعاثات الكربون في المباني الجديدة والحالية مسألة مهمة للغاية. تم تشييد 80% بالفعل من المباني التي من المخطط تشييدها حتى عام 2050، لذلك فإن خفض انبعاثات الكربون في هذه المباني سيكون أمرًا مهمًا في خفض انبعاثات الكربون في قطاع البناء. بينما تفرض قوانين البناء على مستوى الولاية تعديلات وإضافات على مباني حالية محددة، من الممكن أن تشجع السياسات المحلية أكثر على الاستخدام الفعال للطاقة والتحول إلى الكهرباء في العديد من المباني الحالية أو تلزم بذلك.[xi] قد تكون عملية خفض انبعاثات الكربون في مباني البلدية سياسة ذات مردود جيد، لأن تطبيق تدابير ذات تكلفة معقولة والتحول إلى الكهرباء في هذه المباني قد يساعد في تقليل تكاليف التشغيل، كما أن نمذجة هذه الإجراءات قد يشجع ملاك المنازل والشركات على التطبيق.

هناك فرصة واحتياج إلى تقييم اعتبارات التكافؤ الاجتماعي في سياسات خفض انبعاثات الكربون من المباني:[xii] يتعين وضع العديد من جوانب التكافؤ في الاعتبار في مسألة خفض انبعاثات الكربون في المباني، من بينها العدد الكبير من المستأجرين في المجتمعات محل الاهتمام، والنقص النسبي في البيانات والتحليل المتعلقين بالتكافؤ والسياسات ذات الصلة بالبناء، والآثار المحتملة على التكلفة، نتيجة سياسات خفض انبعاثات الكربون في المباني، والتحول إلى الكهرباء على وجه التحديد. ستكون هناك حاجة إلى المزيد من العمل لتطوير القدرة والأدوات اللازمة، لفهم الآثار المترتبة على التكافؤ في البناء وغيرها من سياسات خفض انبعاثات الكربون في منطقة سان دييغو، والتعامل مع تلك المسائل.

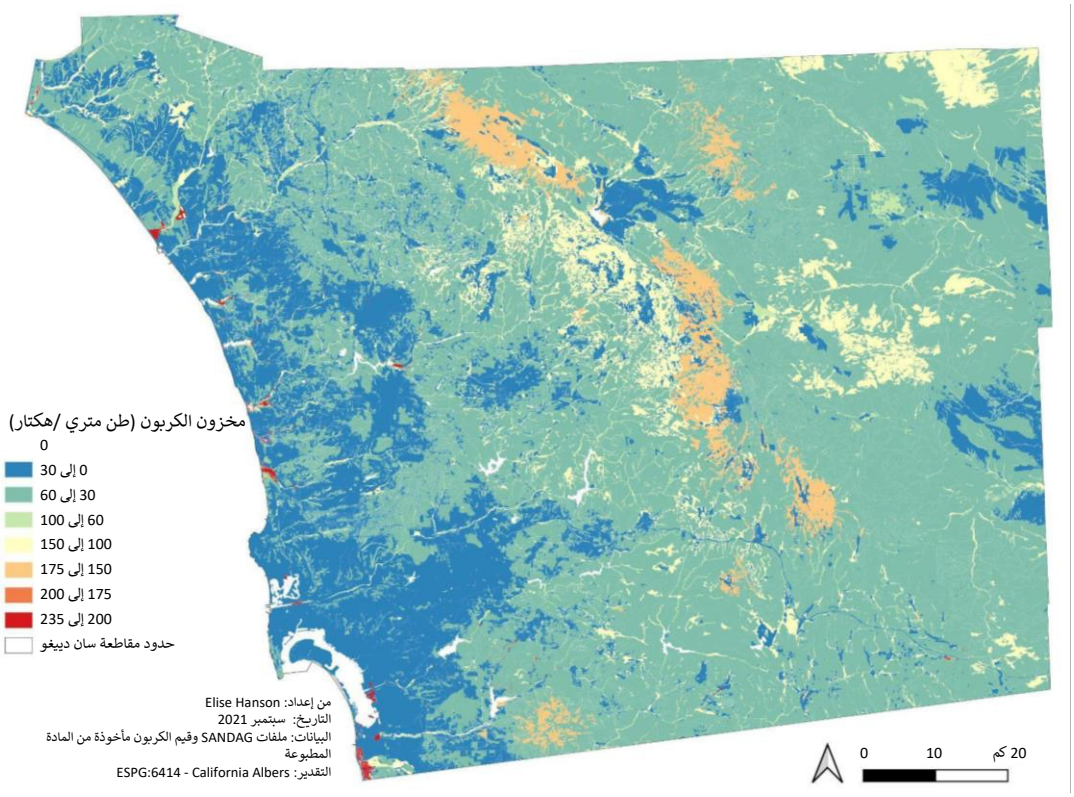
السلطة القانونية لتنظيم لتنظيم خفض انبعاثات الكربون في المباني: تتمتع السلطات القضائية المحلية بصلاحية تنظيم انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الناتجة عن الاستخدام النهائي للوقود الأحفوري وغيرها من مصادر الطاقة في المنازل، وهو ما يعد سبيلاً أساسيًا لخفض انبعاثات الكربون في المباني. تعمل السلطات القضائية المحلية أيضًا في ظل صلاحية مفوضة في بيئة البناء، بحيث تفرض قوانين أكثر صرامة على الطاقة، وتنظم مباشرة الانبعاثات من المباني التي تلوث الهواء، وتطبق إمدادات بديلة للطاقة في المباني العامة. قد تكون هناك صلاحية إضافية يمثلها قانون الجودة البيئية في كاليفورنيا (CEQA)، الذي يضع حدًا أكثر صرامة لتحديد الأثر البيئي. تُعفى الحكومات المحلية من وضع معايير للأجهزة الموفرة للطاقة، ومن تنظيم الإمداد بالغاز الطبيعي، والنقل، والتخزين، وتنظيم المبردات عالية القدرة في إحداث احترار عالمي (على سبيل المثال هيدروفلوروكربون).

[xi] انظر الفصل 8، القسم 8.6 للمزيد من التفاصيل عن أمثلة للسلطات المحلية لخفض انبعاثات الكربون في المباني الحالية. انظر أيضًا الفصل 7، القسم 7.3.1 للاطلاع على مثال محلي.

[xii] انظر الفصل 8، القسم 8.6 "خفض انبعاثات الكربون في المباني"، والملحق (ب) للمزيد من المناقشات عن السلطة القانونية.

حلول المناخ الطبيعي

يبحث التحليل الفني الذي يقدمه إطار RDF، حلول المناخ القائمة على الطبيعة، المتاحة في منطقة سان دييغو، وقدرتها على عزل ثاني أكسيد الكربون وغازات الاحتباس الحراري الأخرى وتخزينها بطريقة طبيعية. تعد حلول المناخ القائمة على الطبيعة هي عمليات تحمي الأراضي الطبيعية والمزروعة (NWLs) أو تعزز قدرتها على التقاط غازات الاحتباس الحراري من الغلاف الجوي وتخزينها، من خلال النباتات والتربة. تشمل "الأراضي المزروعة" الأراضي الزراعية مثل البساتين وكروم العنب والمراعي، وغيرها. يعد "العزل" إجراءً سنويًا يوضح حجم غازات الاحتباس الحراري التي تم نزعها من الغلاف الجوي، بينما "التخزين" هو الحجم الكلي لغازات الاحتباس الحراري التي تم عزلها. يعد تخزين الكربون في المنطقة (شكل 11) إجراءً مهمًا، نظرًا إلى كونها سبلاً لمنع الكربون المُخزن من الخروج إلى الغلاف الجوي، مثلما يحدث على سبيل المثال عندما يتغير استخدام الأرض من أراضي طبيعية ومزروعة إلى مناطق حضارية. عندما نفهم قدرة المساحات الخضراء على عزل الكربون وتخزينه، يمكن منع المساحات عالية التخزين للكربون من إطلاق الكربون الموجود بها في الغلاف الجوي، ويمكن حماية المناطق التي تتمتع بقدرات عالية على العزل.



الشكل 11. تقديرات إجمالي الكربون المخزن (يقاس بالطن المتري من مكافئ ثاني أكسيد الكربون لكل هكتار أو $MT\ CO_2e\ ha^{-1}$) في منطقة سان دييغو. تمثل الألوان الدافئة تقديرات عالية من مخزون الكربون، أما الألوان الباردة فهي تقديرات قليلة من المخزون، بينما الأبيض يمثل عدم وجود مخزون من الكربون.

تعزل الأراضي الإقليمية الطبيعية والمزروعة كميات كبيرة من ثاني أكسيد الكربون وتخزنه بها، لكنها لا تعزل كميات كافية تغطي الانبعاثات التي يسببها الإنسان. يمكن أن تعمل الأراضي الطبيعية والمزروعة باعتبارها أحواضًا صافية أكبر من قدرتها الحالية، مع ذلك فهذا سيتطلب استثمارات في دعم حلول المناخ القائمة على الطبيعة، وتقليل انبعاثات الكربون من الأرض وأنشطة استخدام الأرض. للحساب الدقيق لصافي انبعاثات الكربون من استخدام الأرض، ينبغي جمع بيانات محلية ودمجها في عمليات حساب الكربون الإقليمية. يمكن أن توسع المنطقة عزل الكربون السنوي والتخزين طويل الأمد للكربون من خلال الاستثمار في حلول المناخ القائمة على الطبيعة، التي تسهم في كل من زيادة العزل الطبيعي وتقليل الانبعاثات من الأرض، مثل الاستثمار في "زراعة الكربون"، والاحتفاظ بمواطن "الكربون الأزرق" والتوسع فيها، وزراعة الأشجار وغيرها من النباتات في المناطق الحضرية، ومنع حرائق الغابات، وزراعة أشجار في الأراضي الطبيعية والمزروعة. يمكن أن تحسن البيانات المحلية سياسات حلول المناخ القائمة على الطبيعة وتقنيات إدارتها، وبالتالي يزيد العزل الإقليمي.

يعتبر أفضل حل فعال للمناخ وغير مكلف في سان دييغو هو تجنب تغيير استخدام الأراضي، من خلال حماية الأراضي الطبيعية والمزروعة، باستثناء الحالات التي يكون فيها تغيير استخدام الأراضي لازمًا لتطبيق إجراءات أخرى لنزع الكربون، مثل تشييد بنية تحتية للطاقة المتجددة. تعد الأراضي الطبيعية والمزروعة الحالية أحواضًا طبيعية للكربون، لذلك فمنع تحول هذه الأراضي إلى مناطق حضرية أو مناطق للبناء سيسمح 1) بعزل سنوي مستمر و 2) منع الانبعاثات التي تخرج دفعة واحدة نتيجة إزالة الغطاء النباتي، واختلال التربة، وغيرها. يقدر هذا التقرير أن العزل السنوي الطبيعي للأراضي الطبيعية والمزروعة قد يصل إلى 2 مليون طن متري (MMT) من ثاني أكسيد الكربون في الظروف المثالية، وقد يبلغ تخزين ثاني أكسيد الكربون 58 مليون طن متري في الغطاء النباتي، والحطام الخشبي، والأوراق المتساقطة، وأنواع التربة، التي سيخرج بعضها في حالة تغيير استخدام الأراضي. يعد العزل السنوي في الأراضي الطبيعية والمزروعة أمرًا مهمًا للاستمرار في زيادة القدرة الطبيعية على تخزين ثاني أكسيد الكربون. لم يتم تضمين العزل الطبيعي في التحليل الفني الذي يقدمه إطار RDF عن الانبعاثات، نظرًا إلى التركيز على نظام الطاقة. سيكون تغيير استخدام الأراضي ضروريًا لتركيب بنية تحتية للطاقة المتجددة للاستخدام في المرافق، مما سيدعم خفض انبعاثات الكربون، ويسمح بتطوير الإسكان. سيكون من المهم الحد من تغيير استخدام الأراضي في المناطق ذات المخزونات الطبيعية الأكبر للكربون وأعلى قدرات للعزل، وحماية المناطق ذات الفوائد المشتركة العالية (مثل المناطق التي تسهم في تحسينات جودة الهواء والماء، وحماية التنوع البيولوجي، والتحسينات في نتائج الصحة العامة).

قد تكون الحلول الإقليمية المهمة الأخرى للمناخ القائمة على الطبيعة، التي نظر فيها التحليل الفني الذي يقدمه إطار RDF، أقل كفاءة أو أعلى تكلفة أو كليهما لتنفيذ عزل الكربون، على الرغم من أنها تقدم مزايا مشتركة مهمة. تتضمن تلك الحلول زراعة الكربون (ممارسات الزراعة في الأراضي الزراعية التي تزيد من عزل الكربون وتخزينه وتقليل انبعاثات غازات الاحتباس الحراري)، وحماية الأراضي الرطبة، والتوسع/الاستعادة، والحراجة الحضرية. تعد استعادة المواطن الطبيعية وإعادة تشجيرها على نطاق واسع، التي لم يتم الأخذ بها في هذا التقرير، غالية الثمن وربما لا تحقق فعالية. سيكون أيضًا منع حرائق الغابات مهمًا لمسألة الانبعاثات وغيرها من الأسباب الاقتصادية والاجتماعية الأخرى. تتطلب الخيارات الأخرى لحلول المناخ القائمة على الطبيعة استثمارات رأسمالية ضخمة، ومن المحتمل أن تحقق عوائد أقل على العزل قصير المدى مقارنة بالاحتجاز.

تقدم حلول المناخ القائمة على الطبيعة مزايا مشتركة قابلة للقياس أبعد من مسألة خفض انبعاثات الكربون. يوفر كل حل من حلول المناخ القائمة على الطبيعة الذي تم تحليله، عددًا كبيرًا من المزايا المشتركة القابلة للقياس. تتضمن هذه المزايا المشتركة على سبيل المثال لا الحصر، تحسين جودة الماء والهواء، وتحسين نتائج الصحة العامة، وحماية التنوع البيولوجي، وحماية عمل الأداء الاقتصادي، وزيادة التظليل في المناطق الحضرية، وخفض متطلبات الماء والسماد في المزارع والمراعي، وتحسين المظهر الجمالي في المناطق الحضرية، وإمكانية زيادة العدالة البيئية. ينبغي وضع هذه المزايا المشتركة في الاعتبار عند صياغة السياسات وتنفيذها، من أجل توفير مرونة بيئية واقتصادية واجتماعية.

ينبغي أن يكون التكافؤ نقطة محورية في جميع القرارات المتعلقة بحلول المناخ القائمة على الطبيعة. ينبغي النظر إلى حلول المناخ القائمة على الطبيعة في ضوء كل من خفض انبعاثات الكربون والتكافؤ. ينبغي أن تضع المجتمعات محل الاهتمام في أولويتها زيادة المساحة الخضراء في الحضر، وزراعة الأشجار، والزراعة المناخية، واستعادة الموطن الطبيعي حيثما أمكن، نظرًا لما لهذه الحلول من مزايا مشتركة كبيرة على تحسين جودة الماء والهواء وأيضًا صحة البشر. حصلت هذه المجتمعات سابقًا على استثمار أقل وتحملت مستويات غير مناسبة من الضرر البيئي. ينبغي بذل كل الجهود للتصدي بفعالية لحالات عدم المساواة التاريخي هذه.

إن التدبير الوحيد والقابل للقياس في خطط العمل المناخية المتعلق بهذا المسار، هو زراعة الأشجار في المناطق الحضرية، لكن هناك فرص لتطبيق حلول إضافية للمناخ قائمة على الطبيعة بطريقة تعاونية. يمكن تطبيق تدابير إضافية تحت مظلة السلطة المحلية لاستخدام الأراضي. تسهم تدابير زراعة الأشجار في خطط العمل المناخية بمتوسط يزيد قليلاً عن 1% من عمليات خفض غازات الاحتباس الحراري المحلية. يمكن تعزيز ذلك من خلال التعاون على مستوى السلطات القضائية. يمكن تطبيق تدابير إضافية من خطط العمل المناخية في مسألة حلول المناخ القائمة على الطبيعة في ظل السلطة الحالية، ويمكن أن تسهم في الحفاظ على الأراضي، وصونها، واستعادتها على مستوى الأراضي الطبيعية والمزروعة. يمكن أيضًا أن يحافظ ملاك الأراضي الخاصة والحكومات القبلية على الأرض، ويعملون على إجراء اختبارات، وتمويل المشاريع التجريبية لخفض انبعاثات الكربون وتخزينه، والتعاون مع الوكالات العامة. بوجه عام، توجد فرصة لتوسيع حجم الحفاظ على الأراضي الطبيعية والمزروعة، من أجل تحقيق التكليف الجديد في مشروع قانون مجلس الشيوخ (2021) SB 27، الذي يدعو إلى وضع مشاريع لخفض انبعاثات الكربون والاحتفاظ به عبر الأراضي الطبيعية والمزروعة.

توجد أيضًا فرص لتضمين بيانات محلية تسهم في إدارة الأراضي والتخطيط لها، وكذلك تسهم في خطط العمل المناخية. يمكن أن تستفيد خطط العمل المناخية على سبيل المثال من منهجية قياس الكربون في الأراضي الطبيعية والمزروعة الصادرة عن مجلس موارد الهواء في كاليفورنيا (CARB's)، وكذلك الاستعانة بالبيانات الجامعية لوضع أهداف وتدابير أقوى. علاوة على ذلك، يمكن أن تطبق المنطقة بانتظام قياس الكربون وتعقب التغيرات في الأراضي الطبيعية والمزروعة على مدار الوقت، لفهم كيف يتم الحفاظ على مخزونات الكربون، وما إذا كان صافي الانبعاثات حدث بسبب تغييرات في استخدام الأراضي.

السلطة القانونية لتنظيم الانبعاثات السلبية من الحلول المناخية القائمة على الطبيعة واستخدام الأراضي.[xiii] من غير الواضح ما إذا اتسعت قدرة السلطات القضائية على استخدام صلاحيتها في كل من استخدام الأراضي، وتقسيم المناطق، والحفاظ على الأراضي، وحقوق الارتفاق الزراعية، بحيث تمتد لتطال أنشطة الأراضي الطبيعية والمزروعة الخاصة، لما هو أبعد من نطاق استخدام الأرض، الذي من شأنه إحداث تأثير في انبعاثات غازات الاحتباس الحراري أو العزل. تعد السلطة القضائية الإقليمية لاستخدام الأراضي مسألة أكثر تعقيدًا، لأنها تتألف من أراضي مملوكة فدراليًا ومن الولاية ومن القبائل ولجهات خاصة، بالإضافة إلى الأراضي المغمورة، ومستجمعات المياه. تنظم العديد من التشريعات والوكالات أنواع الأراضي المختلفة، لكن لا يركز أي منها على انبعاثات غازات الاحتباس الحراري أو العزل، نظرًا لارتباطها بجانب

[xiii] انظر الفصل 8، القسم 8.8 "حلول المناخ القائمة على الطبيعة" والملحق (ب)، للمزيد من المناقشة حول السلطة القانونية.

استخدام الأراضي. تعمل أيضًا الوكالات المعنية باستخدام الأراضي وتنظيمها في الولاية بموجب مجموعة واسعة من التكليفات التنظيمية، التي تنطبق على أراضٍ واقعة تحت عدة سلطات قضائية، وهي تؤثر على انبعاثات غازات الاحتباس الحراري وحسابها. تُلزم التشريعات والأوامر التنفيذية في كاليفورنيا وكالات استخدام الأراضي في الولاية، بحساب انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الصادرة من الأراضي الطبيعية والمزروعة. علاوة على ذلك، تبدأ تلك الوكالات في الولاية في تقييم خفض انبعاثات الكربون والاحتفاظ به في هذه الأراضي وتنظيمه، وفقًا لأهداف كبرى تتحقق في عام 2030. تتوفر فرصة أمام السلطات القضائية المحلية للعمل مع ملاك الأراضي والمديرين، لتحقيق أهداف الولاية والأهداف الإقليمية والمحلية المتعلقة بالأراضي الطبيعية والمزروعة.

آثار التوظيف في عمليات خفض انبعاثات الكربون في منطقة سان دييغو

يحسب التحليل الفني لإطار RDF الذي يقدمه الإطار الإقليمي لخفض انبعاثات الكربون صافي التغيير في الوظائف في قطاع الطاقة، استجابة للدراسة الرئيسية الخاصة بالمسارات المحددة لخفض انبعاثات الكربون في نموذج أبحاث الطاقة المتطورة. يركز التحليل على التغيرات في الوظائف من عام 2021 إلى 2030، اتباعًا لخطة عمل الوظائف والمناخ في كاليفورنيا لعام 2030، من أجل تقديم معلومات عن استراتيجيات لتطوير القوى العاملة. علاوة على ذلك، يحلل هذا التقرير المتوسط الكلي لخلق الوظائف سنويًا من عام 2020 إلى 2050، بناءً على الجدول الزمني الكلي في نموذج أبحاث الطاقة المتطورة. للإلغاء التدريجي للوقود الأحفوري ونمذجة فقدان الوظائف المتعلقة بالإلغاء، يركز التحليل على الفترة من 2021 إلى 2030، حيث تُظهر الدراسة الرئيسية في نموذج أبحاث الطاقة المتطورة انخفاضات طفيفة في الأنشطة التي تعتمد على الوقود الأحفوري. يرجع هذا في المقام الأول إلى تقديرات النموذج عن الاستهلاك الثابت للغاز الطبيعي وانخفاض 20% في استهلاك النفط بحلول عام 2030، مقارنة بمستويات الاستهلاك الحالية. يركز التحليل الفني الذي يقدمه إطار RDF لخفض انبعاثات الكربون على الآثار الكمية على التوظيف، نتيجة للجهود العميقة في خفض انبعاثات الكربون في قطاعات الطاقة والبناء ووسائل النقل، ويقدم معلومات إلى تقرير تصدره الاقتصادات الشاملة[xiv] حول استراتيجيات تطوير القوى العاملة.

بين عامي 2021 و 2030، ستخلق مسارات خفض انبعاثات الكربون الإقليمية متوسط ما يقارب27,000 فرصة عمل سنويًا في منطقة سان دييغو. يتوقع التحليل الفني الذي يقدمه إطار RDF لخفض انبعاثات الكربون أن مسارات خفض انبعاثات الكربون ستخلق 27,000 فرصة عمل سنويًا في المنطقة، من خلال توفير وظائف مباشرة وغير مباشرة ومستحدثة.[xv] الجدول 1 يوضح أن الإنفاق على طلبات الطاقة سيخلق حوالي 13,500 وظيفة بين عامي 2021 و 2030. الجدول 2 يوضح أن الإنفاق على إمدادات الطاقة سيخلق حوالي 13,500 وظيفة بين عامي 2021 و 2030.

يتوقع التحليل التقني الذي يقدمه إطار RDF أنه لن يواجه أي عامل في الصناعات التي تعتمد على الوقود الأحفوري في المنطقة مسألة الاستبعاد من العمل قبل عام 2030، حتى في ظل تراجع الطلب على الوقود الأحفوري.[xvi] تفترض أجزاء الإمداد بالطاقة في نموذج أبحاث الطاقة المتطورة، بأنه ستحدث تغييرات طفيفة أو لن تحدث تغييرات في استهلاك الوقود الأحفوري قبل عام 2030.يشير هذا إلى أنه لن تكون هناك خسائر في الوظائف في قطاعات النفط والغاز في منطقة سان دييغو قبل عام 2030.

[xiv] للوصول إلى تقرير الاقتصادات الشاملة بعنوان " وضع مقاطعة سان دييغو على الطريق الصحيح: لتوصيات القوى العاملة المناخية لعامي 2030 و 2050 "، يرجى زيارة منصة مشاركة مقاطعة سان دييغو وتحديد التقرير للتنزيل أو التعليق من على https://engage.sandiegocounty.gov/rdf.

[xv] للمزيد من التفاصيل عن المحاسبة المتعلقة بهذه الوظائف، يرجى الرجوع إلى الفصل 6، القسم 6.3.

[xvi] يمكن العثور على تفاصيل عن الدراسة الرئيسية لنموذج أبحاث الطاقة المتطورة المُستخدم هنا، في الملحق (أ).

ينبغي أن تبدأ مقاطعة سان دييغو والحكومات المحلية الآن في وضع مجموعة قابلة للتطبيق من سياسات انتقال عادلة للعمال في المجتمع، ممن سيحدث لهم استبعاد من العمل في الفترة بين عام 2031 إلى 2050. بعد عام 2030، تتوقع الدراسة الرئيسية في نموذج أبحاث الطاقة المتطورة حدوث تراجعات كبيرة في كل من النفط والغاز. يتنبأ النموذج بتراجع قيمته 95% في أسعار النفط و 75% في أسعار الغاز بحلول عام 2050. من المهم أن تبدأ الحكومات الإقليمية في وضع سياسات للانتقال العادل الآن لهؤلاء العاملين، حتى يمكنهم الانتقال إلى وظائف مكافئة أو ذات جودة أعلى في اقتصاد الطاقة النظيفة أو قطاع آخر.

ستكون تكاليف الانتقال العادل أقل بكثير في حال كان الانتقال يمكن تنفيذه بثبات بدلاً من التطبيق عبر مجموعة من الأحداث. في ظل الانتقال الثابت، سيكون عدد العاملين ممن سيتقاعدون طواعية في أي عام متوقع أمرًا قابلاً للتنبؤ به، وهو ما سيجنبنا الحاجة إلى توفير دعم لعدد أكبر من العاملين خلال أي فترة زمنية مطلوبة. سيؤثر معدل الانتقال من الوظائف التي تعتمد على الوقود الأحفوري إلى الطاقة المتجددة، على التكافؤ والعدالة في الانتقال. من المحتمل أن ينتج عن التغيرات وعمليات التراجع المفاجئة فقدان مفاجئ في الوظائف، بينما من المحتمل أن تؤدي التغيرات وعمليات التراجع الثابتة إلى فقدان أقل للوظائف، نظرًا إلى إمكانية انتقال الموظفين إلى وظائف جديدة أو التقاعد طواعية.

سيسهم إنتاج الطاقة الحرارية الأرضية في المواقع الخمسة المحددة في مقاطعة إمبيريال في خلق 1,900 وظيفة سنويًا على مدار فترة تبلغ 10 سنوات. يحدد الفصل 2 خمس مناطق لإنتاج الطاقة الحرارية الأرضية في مقاطعة إمبيريال. يُظهر التحليل في هذا الفصل أنه سيتم خلق 1,900 وظيفة سنويًا في منطقة جنوب كاليفورنيا على مدار 10 سنوات، في حالة تشغيل هذه المصانع الخمسة للطاقة الحرارية الأرضية وتطويرها. يمكن إنشاء بعض هذه الوظائف داخل منطقة سان دييغو.

الجدول 1 متوسط عدد الوظائف التي تم إنشاؤها في منطقة سان دييغو سنويًا من خلال نفقات مطالب الطاقة من 2021-2030، حسب القطاعات الفرعية والتكنولوجيا. تفترض الأشكال أن متوسط نمو الإنتاجية السنوي يبلغ 1 في المائة.

منطقة الاستثمار	متوسط النفقات السنوية	وظائف مباشرة	وظائف غير مباشرة	وظائف مباشرة + وظائف غير مباشرة	وظائف مستحدثة	وظائف مباشرة + وظائف غير مباشرة + وظائف مستحدثة
مركبات	7.7 مليار دولار	3,427	1,427	4,854	1,508	6,362
أنظمة HVAC	897.0 مليون دولار	1,345	699	2,044	764	2,808
تبريد	761.9 مليون دولار	1,315	491	1,806	711	2,517
أجهزة	188.6 مليون دولار	143	77	220	78	298
إنشاءات	113.4 مليون دولار	263	149	412	146	558
إضاءة	106.6 مليون دولار	177	95	272	100	372
تصنيع	45.7 مليون دولار	40	32	72	27	99
مجالات تجارية وسكنية أخرى	38.9 مليون دولار	59	30	89	33	122
زراعة	17.2 مليون دولار	144	21	165	45	210
تعدين	2.4 مليون دولار	1	1	2	1	3
الإجمالي	9.9 مليار دولار	6,914	3,022	9,936	3,413	13,349

المصدر: IMPLAN 3.1

الجدول 2 متوسط عدد الوظائف التي تم إنشاؤها في منطقة سان دييغو سنويًا من خلال نفقات إمدادات الطاقة من 2021-2030، حسب القطاعات الفرعية والتكنولوجيا. تفترض الأشكال أن متوسط نمو الإنتاجية السنوي يبلغ 1 في المائة.

منطقة الاستثمار	متوسط النفقات السنوية	وظائف مباشرة	وظائف غير مباشرة	وظائف مباشرة + وظائف غير مباشرة	وظائف مستحدثة	وظائف مباشرة + وظائف غير مباشرة + وظائف مستحدثة
الوقود الأحفوري	4.4 مليار دولار	2,538	3,777	6,315	3,805	10,120
نظافة الطاقة المتجددة	629.5 مليون دولار	1,488	601	2,089	848	2,937
النقل والتخزين	45.9 مليون دولار	34	17	51	31	82
تقنيات توريد إضافية	45.1 مليون دولار	118	35	153	57	210
استثمارات أخرى	4.5 مليون دولار	10	3	13	6	19
الإجمالي	5.1 مليار دولار	4,188	4,433	8,621	4,747	13,368

المصدر: IMPLAN 3.1

فرصة سياسة محلية[xvii]

يقيّم التحليل الفني الذي يقدمه إطار RDF الالتزامات الحالية تجاه خفض غازات الاحتباس الحراري في خطط العمل المناخية، بهدف تحديد ما إذا ستكون هناك حاجة إلى نشاط إضافي، لوضع المنطقة على المسار الصحيح لتلبية أهداف خفض انبعاثات الكربون. علاوة على ذلك، يحدد التحليل الفرص المتاحة لدى السلطات القضائية المحلية في المنطقة لاتخاذ المزيد من الإجراءات، من أجل دعم مسارات خفض انبعاثات الكربون في إنتاج الطاقة، ووسائل النقل، والبناء، وحلول المناخ القائمة على الطبيعة.

للقيام بذلك، تم إجراء عدة تحليلات جديدة. أولاً، يحلل صلاحية الحكومات والوكالات المحلية في التأثير على انبعاثات غازات الاحتباس الحراري وتنظيمها، كما يلخص سلطة الوكالات الرئيسية الفدرالية والحكومية والمحلية، والتشريعات واللوائح الرئيسية على المستويات الفدرالية وعلى مستوى الولاية، بهدف المساعدة في توضيح قدرة الحكومات المحلية على العمل لخفض انبعاثات غازات الاحتباس الحراري.[xviii] ثانيًا، يراجع التحليل جميع خطط العمل المناخية في المنطقة، من أجل تحديد عدد مرات تضمين تدبير محدد في خطط العمل المناخية، والآثار النسبية لغازات الاحتباس الحراري على الالتزام بخطط العمل المناخية، ومستوى دمج اعتبارات التكافؤ الاجتماعي.[xix] ثالثًا، يقدم تحليلًا للسيناريو لتقدير مستويات الخفض الكلية في المنطقة لغازات الاحتباس الحراري، الذي سينتج من جميع الالتزامات المطبقة والمعلقة بخطط العمل المناخية. يقدر التحليل أيضًا الأثر المحتمل لغازات الاحتباس الحراري على سيناريو يطبق أفضل الالتزامات بخطط العمل المناخية على مستوى جميع السلطات القضائية.[xx] يطبق هذا التحليل للسيناريو الالتزام بخطط العمل المناخية على مستوى فئة محددة في سياسة خطط العمل المناخية - مثل أهداف زراعة الأشجار في المناطق الحضرية أو الريفية، التي سينتج عنها أكبر خفض نسبي وحيد لغازات الاحتباس الحراري، ثم يُطبق هذا الالتزام على كل سلطة قضائية في منطقة سان دييغو، بغض النظر عن الالتزامات الحالية أو المخطط لها في هذه الفئة. يمكن اعتبار هذا هو أقصى حد لعمليات الخفض المحتملة لغازات الاحتباس الحراري، بحسب الالتزامات الحالية تجاه خطط العمل المناخية. في النهاية، يستخدم هذا الفصل نتائج مستخلصة من هذه التحليلات، بالإضافة إلى نتائج من بحوث وتحليلات أخرى، لتحديد الفرص لاتخاذ مزيد من الإجراءات المحلية والتعاون الإقليمي، في كل من مسارات خفض انبعاثات الكربون الأربعة.[xxi]

تتمتع السلطات القضائية المحلية بصلاحية لضبط انبعاثات غازات الاحتباس الحراري وتنظيمها. يمكن أن تضبط الحكومات المحلية انبعاثات غازات الاحتباس الحراري وتنظمها، من خلال التعجيل بالأهداف والسياسات التشريعية في الولاية، واعتماد الأوامر لتجاوز نطاق قانون الولاية، واستخدام سلطة فريدة لاعتماد سياسات وتطبيقها. تنبع السلطة المحلية من كل من سلطة مصدرها الدستور، وهي سلطة واسعة لتعزيز الصحة العامة أو السلامة أو الرفاهية العامة في المجتمع، وسلطة مفوضة من تشريعات الولاية. من غير المعروف النطاق الكامل للسلطة القضائية المحلية في مسألة تنظيم انبعاثات غازات الاحتباس الحراري.[xxii]

[xvii] انظر الفصل 8 للمزيد من التفاصيل.

[xviii] انظر الملحق (ب) للمزيد من التفاصيل.

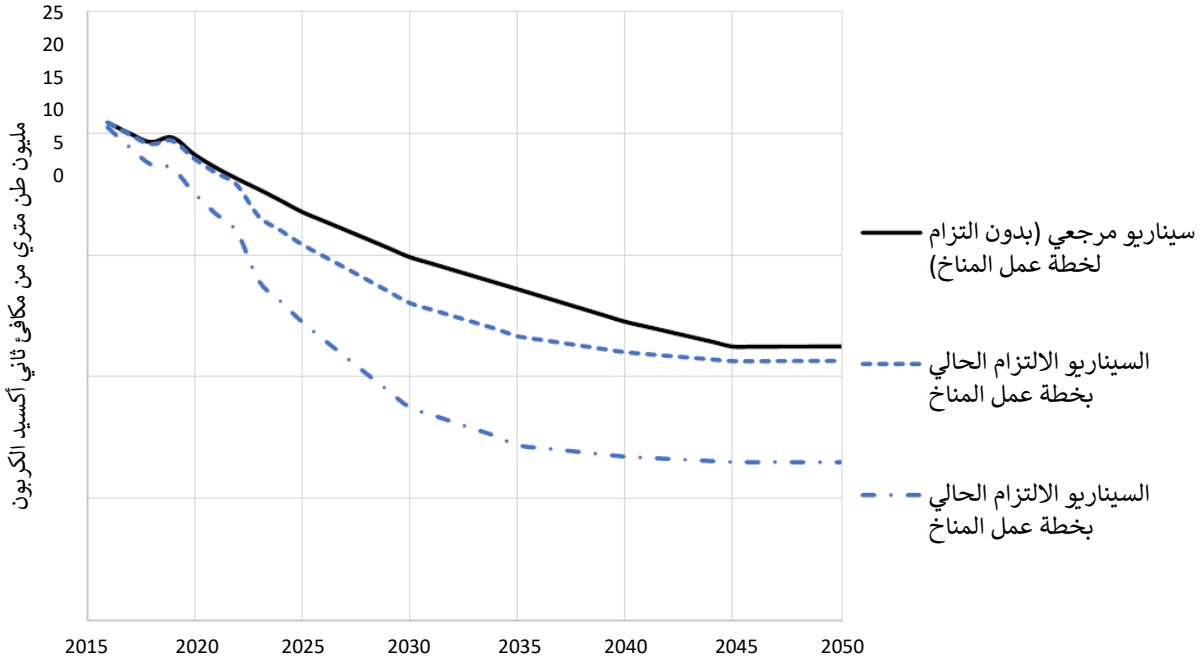
[xix] انظر الفصل 8، القسم 8.3 للنظرة العامة، والأقسام 8.8-8.5 للنتائج الخاصة بالقطاع. تُستخدم هذه الإجراءات أيضًا لتوضيح الفجوة بين أهداف خفض انبعاثات الكربون بعمق الواردة في الفصل 2 حتى الفصل 5، والالتزامات الإقليمية بخطط العمل المناخية.

[xx] أنظر القسم 8.4.

[xxi] تم تضمين هذه الفرص في كل قسم معني في هذا الملخص التنفيذي، علاوة على تضمينها في القسم الخاص بالمجال في الفصل 8.

[xxii] انظر القسم 8.2 والملحق (ب) للاطلاع على مزيد من المناقشات المفصلة عن السلطة.

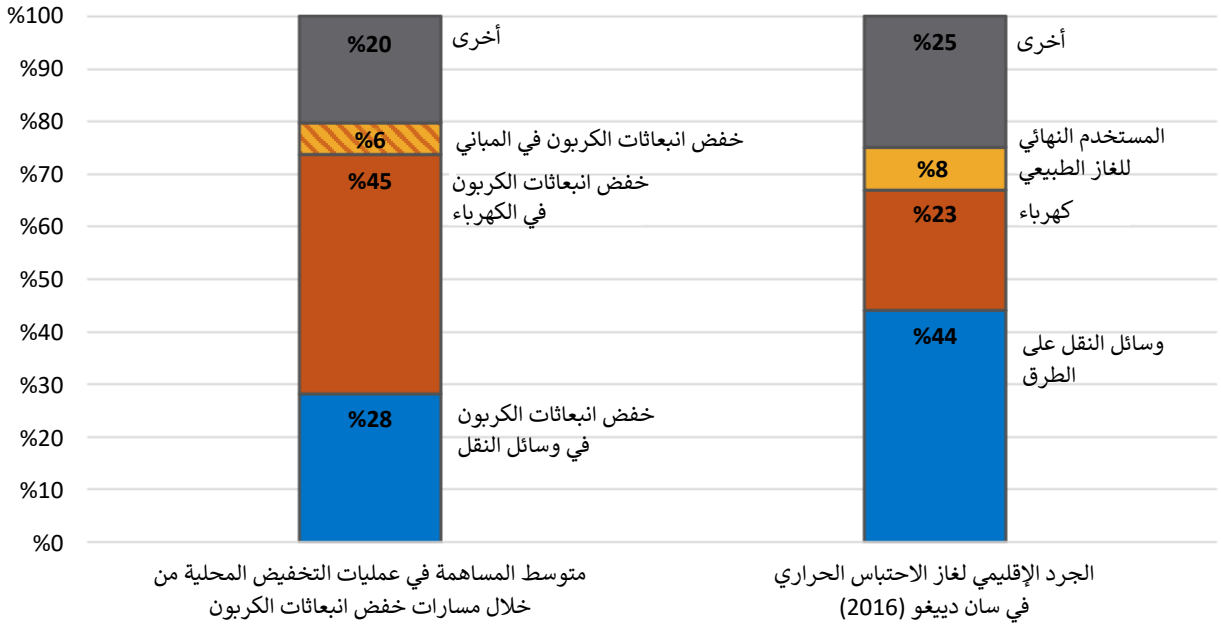
تعد الالتزامات الحالية بخطط العمل المناخية غير كافية لبلوغ أهداف خفض انبعاثات الكربون. تسهم التزامات الخفض المحلية الحالية لغازات الاحتباس الحراري بحسب خطط العمل المناخية على مستوى وسائل النقل والكهرباء والمباني، إسهامًا محدودًا نسبيًا في إجمالي نسب الخفض الكلية المطلوبة لتحقيق صافي انبعاثات صفرية من غازات الاحتباس الحراري في عام 2045 (الشكل 12). حتى في حالة تطبيق أقصى التدابير صرامة في خطط العمل المناخية، على جميع السلطات القضائية في المنطقة، ستظل هناك انبعاثات خطيرة مصدرها على الأغلب الاستخدامات النهائية للمباني التي تستخدم الغاز الطبيعي ووسائل النقل على الطرق (الشكل 12).



لا يشمل هذا المخطط جميع أنشطة انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في منطقة سان دييغو، أو الإجراءات الجديدة في الولاية والمحلية والفدرالية المحتملة التي يمكن اعتمادها في المستقبل.
مركز مبادرات سياسة الطاقة، 2022

الشكل 12. يوضح هذا الرسم البياني انبعاثات غازات الاحتباس الحراري المتوقعة في منطقة سان دييغو، نتيجة الكهرباء والغاز الطبيعي ووسائل النقل على الطرق، في كل سيناريو تم تحليله. لا يعرض السيناريو المرجعي، الذي لا توجد به التزامات بخطط العمل المناخية، سوى عمليات خفض بناءً على القوانين والتفويضات والإجراءات والأهداف الفدرالية وعلى مستوى الولاية. يعرض السيناريو الحالي المتضمن الالتزامات بخطط العمل المناخية، الجزء المتبقي من انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الناتجة عن مجموعة فرعية من الانبعاثات الكلية، في حالة تطبيق جميع خطط العمل المناخية الحالية تمامًا كما هو مكتوب. يوضح سيناريو أفضل التزام بخطط العمل المناخية، الانبعاثات المتبقية لغازات الاحتباس الحراري، في حالة تطبيق أفضل التزام بخطط العمل المناخية في كل فئة في السياسة، على كل السلطات القضائية في المنطقة، بغض النظر عن الالتزامات الحالية بخطط العمل المناخية. يوضح هذا الرسم البياني بأنه لا يوجد سيناريو تم تحليله سيسمح للمنطقة بتحقيق صافي انبعاثات صفرية بحلول عام 2050. يرجى ملاحظة أن هذه التحليلات لا تفترض تطبيق قوانين وتفويضات وإجراءات وأهداف جديدة على المستوى الفدرالي أو في الولاية، وتفترض أن ما هو موجود حاليًا لن يتغير في أي مرحلة خلال هذه الفترة. علاوة على ذلك، لا تتضمن هذه التحليلات جميع انبعاثات غازات الاحتباس الحراري في المنطقة.

تتوفر فرص حتى تعتمد المزيد من السلطات القضائية تدابير إضافية من خطط العمل المناخية، وتعزز التدابير الحالية. بناءً على التحليل المقارن لخطط العمل المناخية، هناك فرصة حتى تعتمد مزيد من السلطات القضائية تدابير من خطط العمل المناخية، اعتمدتها بالفعل بعض السلطات القضائية في المنطقة. بالمثل، بناءً على تحليل السيناريو للآثار المجمعة لغازات الاحتباس الحراري في تدابير خطط العمل المناخية، هناك فرصة متاحة لمعظم السلطات القضائية حتى تعزز تدابيرها الحالية الخاصة بخطط العمل المناخية، خاصة في قطاعي النقل والبناء. يُنتج هذان القطاعان انبعاثات ضخمة من غازات الاحتباس الحراري (الشكل 13، على اليمين)، لكنهما يمثلان في المتوسط انخفاضًا قليلاً غير متكافئ في الانبعاثات في خطط العمل المناخية في 2035 (الشكل 13، على اليسار).



الشكل 13. يوضح هذا الرسم البياني الإسهام المتوسط لكل مسار لخفض انبعاثات الكربون، في الخفض الكلي لغازات الاحتباس الحراري، بناءً على تدابير خطط العمل المناخية المحلية لعام 2035 (اليسار) وتوزيع الانبعاثات الوطنية في عام 2016 بحسب مصدر الانبعاث (اليمين). يوضح الرسم أن الانبعاثات من وسائل النقل (الأزرق، الجانب الأيمن) تبلغ حوالي نصف الانبعاثات الإقليمية، لكن لا تمثل متوسط عمليات الخفض المقابلة الناتجة عن الالتزامات بخطط العمل المناخية إلا معدل أعلى بقليل من ربع عمليات الخفض المحلية في غازات الاحتباس الحراري في خطط العمل المناخية (الأزرق، الجانب الأيسر). بالمثل، تمثل الكهرباء حوالي ربع الانبعاثات الإقليمية (برتقالي داكن، الجانب الأيمن)، لكن تسهم عمليات الخفض ذات الصلة بمتوسط يقل بقليل عن نصف عمليات الخفض في غازات الاحتباس الحراري، نتيجة الالتزامات بخطة العمل المناخية. يرجى ملاحظة أنه بسبب الانبعاثات المتعلقة بالمباني التي تنتج عن كل من احتراق الغاز الطبيعي وإنتاج الكهرباء في الموقع، تم تظليل الجزء الخاص بخفض انبعاثات الكربون من المباني في الخانة، ليظهر باللون البرتقالي الفاتح والداكن ليعكس صورة كل من المباني التي تستخدم الغاز الطبيعي (البرتقالي الفاتح) والإمداد بالكهرباء (البرتقالي الداكن).

ستكون هناك حاجة إلى مزيد من العمل لدمج التكافؤ الاجتماعي في التخطيط المناخي. بناءً على المراجعة الأولية، لا يزال دمج التكافؤ الاجتماعي في خطط العمل المناخية المطبقة والمعلقة محدودًا، وغير متسق، ويفتقر إلى التحديد. ستكون هناك حاجة إلى المزيد من العمل لوضع القدرة والأدوات التي تساعد في فهم الآثار المترتبة على التكافؤ في جميع سياسات خفض انبعاثات الكربون في منطقة سان دييغو، والتعامل مع تلك الآثار، بما فيها جمع البيانات وتحليلها، ووثائق التوجيه الإقليمي، ومجموعات العمل الإقليمية الهادفة إلى تنسيق كيفية التعامل مع مسألة التكافؤ في التخطيط المناخي وتقديم نصائح بشأنها وتعقبها ورصدها.

منطقة سان دييغو كنموذج

على الرغم من أن منطقة سان دييغو لا تمثل سوى 0.08% من الانبعاثات العالمية، يمكن أن تُحدث جهود خفض انبعاثات الكربون التي تتخذها المنطقة أثرًا قابلاً للقياس على الانبعاثات العالمية، من خلال استحداث علاقات تبعية بين الآخرين، ومشاركة حلول مبتكرة قابلة للتطبيق يمكن توسيعها وتكرارها. ينبغي أن تسعى سان دييغو سعيًا حثيثًا لكي تُظهر جهودها، وتقدم دروسًا مستفادة في المحافل الوطنية والدولية. إن وضع إطار عمل إقليمي لخفض انبعاثات الكربون في سان دييغو قد يكون بمثابة دراسة حالة تخدم السلطات القضائية الأخرى عبر الولايات المتحدة والعالم، حتى يتعلموا من مساعيها في التخطيط لخفض انبعاثات الكربون على المدى الطويل، ويعتمدوا تلك المساعي. علاوة على عرض هذه الجهود في المحافل الوطنية والدولية المختلفة،[xxiii] تطرح شبكة حلول التنمية المستدامة التابعة للأمم المتحدة (SDSN) دليلاً توجيهيًا، سيكون بمثابة مجموعة أدوات عمل للبلديات والجامعات والمجتمعات الأخرى، لكي تتبع العملية المطبقة في مقاطعة سان دييغو في عمليات خفض انبعاثات الكربون.

تعمل شبكة حلول التنمية المستدامة (SDSN) على مشاركة إطار RDF على ثلاثة مستويات أفقية عبر شبكاتها. ستشارك شبكة حلول التنمية المستدامة بتقديم إطار RDF ونتائجه الرئيسية، في اجتماعات ومحافل وطنية في الولايات المتحدة، وفي مجموعات واتحادات دولية، وفي الأمم المتحدة. على سبيل المثال، تم تقديم المشروع خلال مؤتمر Innovate4Cities في أكتوبر 2021، وستعمل مدخلات هذا الحدث على تقديم معلومات لتقرير التقييم السداسي الصادر عن الفريق الحكومي الدولي المعني بتغير المناخ (IPCC) لعام 2022. وتتناول هذه المعلومات الأثر على التغيير المناخي العالمي وطريقة التكيف والتخفيف. توفر هذه الاتحادات العالمية فرصة لعرض نتائج هذا المشروع، ولتقدم سان دييغو نفسها كقدوة للعالم. من خلال الوصول إلى هذا الجمهور، يمكن أن يساعد إطار RDF في تقديم معلومات تفيد خرائط الطريق والمسارات العالمية، حتى تحقق صافي انبعاثات صفرية.

يجري إعداد دليل لخفض انبعاثات الكربون الإقليمي لاستخدامه من قِبل السلطات القضائية المحلية، من أجل المساعدة في وضع أطر عمل فريدة لخفض انبعاثات الكربون. سيقدم هذا الدليل معلومات أساسية، جنبًا إلى جنب مع خطوات محددة ونصائح عن الإطار اللوجيستي، والمنهجية، وإشراك أصحاب الشأن، والتخطيط طويل المدى، وغيرها. على الرغم من أن الموارد الموجودة في هذا الدليل تتعلق بفرق من مشروع إطار عمل لخفض انبعاثات الكربون من خارج الولايات المتحدة، وعلى الرغم من انطباق تلك الموارد عليهم، من المحتمل أن تستخدم أطر العمل التي تم وضعها في ضوء الاقتصادات الناشئة مناهج ومنظورات واستراتيجيات مختلفة في التخطيط للعمل المناخي. سيكون هذا الدليل مجانيًا ومتاحًا عبر الإنترنت على الموقع الالكتروني لمبادرة سياسة أهداف التنمية المستدامة بجامعة كاليفورنيا في سان دييغو (http://sdgpolicyinitiative.org/guidebook/)، وذلك لتسهيل إنشاء أطر عمل إقليمية لخفض انبعاثات الكربون وتوفير خارطة طريق عملية للسلطات القضائية لتحقيق أهداف صافي انبعاثات صفرية.

[xxiii] يقدم الفصل 9 والملحق (ج) قوائم واسعة للاتحادات الأمريكية والعالمية التي يمكن أن تتواصل معها مقاطعة سان دييغو والسلطات القضائية الأخرى في أطر عمل خفض انبعاثات الكربون، والتي يمكن حضورها، والانضمام إلى شبكاتها من أجل نشر نتائجها عبر مستويات مختلفة.