

Distr.: General
29 August 2019

Arabic
Original: English



برنامج الأمم
المتحدة للبيئة



الاجتماع الحادي والثلاثون للأطراف في
بروتوكول مونتريال بشأن المواد المستنفدة
لطبقة الأوزون

روما، ٤-٨ تشرين الثاني/نوفمبر ٢٠١٩
البند ٣ من جدول الأعمال المؤقت للجزء الرفيع المستوى*
عروض أفرقة التقييم بشأن تجميعها للتقييمات التي
تصدر كل أربع سنوات عن العام ٢٠١٨

تجميع تقارير التقييم للعام ٢٠١٨ الصادرة عن فريق التقييم العلمي وفريق تقييم الآثار البيئية
وفريق التقييم التكنولوجي والاقتصادي

مذكرة من الأمانة

١- يحتوي المرفق لهذه المذكرة على تقرير تجميعي يسلط الضوء على النتائج الرئيسية لتقارير التقييم التالية التي
تصدر كل أربع سنوات للعام ٢٠١٨ والتي أعدت عملاً بالمادة ٦ من بروتوكول مونتريال بشأن المواد المستنفدة
لطبقة الأوزون:

- التقييم العلمي لاستنفاد الأوزون: ٢٠١٨ والتقييم العلمي لاستنفاد الأوزون: ٢٠١٨ - ملخص تنفيذي، اللذان أعدهما فريق التقييم العلمي^(١)
- الآثار والتفاعلات البيئية لاستنفاد الأوزون الستراتوسفيري، والأشعة فوق البنفسجية، وتغير المناخ: تقرير التقييم للعام ٢٠١٨، الذي أعده فريق تقييم الآثار البيئية^(٢)
- فريق التقييم التكنولوجي والاقتصادي: تقرير التقييم للعام ٢٠١٨، الذي أعده فريق التقييم التكنولوجي والاقتصادي^(٣)

* UNEP/OzL.Pro.31/1

(١) انظر <https://ozone.unep.org/science/assessment/sap>

(٢) انظر <https://ozone.unep.org/science/assessment/eeap>

(٣) انظر <https://ozone.unep.org/science/assessment/teap>

٢- وأعد التقرير التجميحي الرؤساء المشاركون لأفرقة التقييم. ونُشرت تقارير التقييم الفردية على صفحة الفريق المعني على الإنترنت، وعلى موقع أمانة الأوزون على الإنترنت^(٤) وعلى البوابة الإلكترونية للاجتماع الحادي والثلاثين للأطراف في بروتوكول مونتريال لتنظر فيها الأطراف^(٥). وتود الأمانة أن تعرب عن خالص امتنانها لأفرقة التقييم الثلاثة على عملها.

(٤) <https://ozone.unep.org/>

(٥) <http://conf.montreal-protocol.org/meeting/mop/mop-31/presession/SitePages/Home.aspx>

الرؤساء المشاركون لأفرقة التقييم

فريق التقييم العلمي

ديفيد و. فاهي، مختبر بحوث نظام الأرض التابع للإدارة الوطنية الأمريكية للمحيطات والغلاف الجوي، شعبة العلوم الكيمائية
بول أ. نيومان، مركز غودارد لرحلات الفضاء التابع لناسا
جون أ. بيل، جامعة كامبريدج والمركز الوطني لعلوم الغلاف الجوي
بونفيس سفاري، جامعة رواندا، كلية العلوم والتكنولوجيا

فريق تقييم الآثار البيئية

جانيت ف. بورنمان، جامعة مردوخ، بحوث الزراعة القادرة على الصمود أمام المناخ، والتعليم والتدريب، معهد مستقبل الأغذية
نايجل د. بول، جامعة لانكستر، مركز البيئة
مين شاو، جامعة بيجين

فريق التقييم التكنولوجي والاقتصادي

بيلا أ. مارانيون، وكالة حماية البيئة الأمريكية
آشلي وودكوك، مؤسسة الصندوق الاستئماني لدائرة الصحة الوطنية بجامعة مانشستر
مارتا بيزانو، خبيرة مستقلة

تجميع تقارير التقييم للعام ٢٠١٨ الصادرة عن فريق التقييم العلمي وفريق تقييم الآثار البيئية وفريق التقييم التكنولوجي والاقتصادي

مقدمة

١- يُكَلِّف فريق التقييم العلمي وفريق تقييم الآثار البيئية وفريق التقييم التكنولوجي والاقتصادي بتقديم تقييمات دورية في مجالات خبرتها إلى الأطراف في بروتوكول مونتريال بشأن المواد المستنفدة لطبقة الأوزون. ويقدم هذا التقرير ملخصاً رفيع المستوى لتقارير التقييم للعام ٢٠١٨ الصادرة عن الأفرقة الثلاثة.

٢- وأبرزت التقارير التجميعية السابقة نجاح بروتوكول مونتريال في وقف نمو وفرة المواد المستنفدة للأوزون في الغلاف الجوي، وبالتالي تقليل استنفاد الأوزون الستراتوسفيري وحماية البيئة. ويقدم هذا التقرير أحدث المعلومات التي تبرز استمرار نجاح بروتوكول مونتريال في تنظيم المواد المستنفدة للأوزون والحد من وفرة هذه المواد في الغلاف الجوي. وأصبحت الأدلة التي تشير إلى أن هذه الإجراءات تؤدي إلى تعافي الأوزون أكثر وضوحاً، ولا سيما في الطبقة العليا من الستراتوسفير وفوق منطقة أنتاركتيكا.

٣- ومنذ نشر تقارير التقييم للعام ٢٠١٤، اعتمد تعديل كيغالي لبروتوكول مونتريال في عام ٢٠١٦. ويحدد التعديل جداول زمنية للحد من إنتاج واستهلاك بعض مركبات الكربون الهيدروفلورية المحددة. ويبرز هذا التقرير المسائل التكنولوجية المرتبطة بالتعديل، إلى جانب فوائدها المناخية والبيئية والتي تُناقش بالتفصيل في تقارير التقييم الفردية لفريق التقييم العلمي^(١)، وفريق تقييم الآثار البيئية^(٢) وفريق التقييم التكنولوجي والاقتصادي^(٣).

٤- ولا يزال يجري في إطار بروتوكول مونتريال تقييم الأثر الكبير الذي يحدثه استنفاد الأوزون الستراتوسفيري والأشعة فوق البنفسجية على صحة الإنسان والبيئة، والتعافي المتوقع للأوزون الستراتوسفيري وتغير المناخ. ونظراً لأن التعافي الكامل لطبقة الأوزون في خطوط العرض الوسطى والعالية من نصف الكرة الجنوبي سيستغرق عدة عقود، فإن الرصد طويل الأجل لإجمالي الأوزون والأشعة فوق البنفسجية ضروري لتتبع الآثار المرتبطة بهما، بما في ذلك الآثار التي قد تنشأ عن التغيرات غير المتوقعة في طبقة الأوزون.

النتائج الرئيسية

أولاً- أدت الإجراءات المتخذة في إطار بروتوكول مونتريال إلى انخفاض وفرة المواد المستنفدة للأوزون الخاضعة للرقابة في الغلاف الجوي وبدء تعافي الأوزون الستراتوسفيري

٥- تواصل في الغلاف الجوي، منذ تقييمات عام ٢٠١٤، انخفاض التركيزات الإجمالية من الكلور والبروم التروبوسفيري الناتجة عن المواد المستنفدة لطبقة الأوزون طويلة العمر الخاضعة للرقابة بموجب بروتوكول مونتريال. ولا يزال التقدم مستمراً في كل قطاع استهلاكي وتجاري وصناعي وزراعي وطي وعسكري مع التخلص التدريجي من المواد المستنفدة للأوزون في العديد من التطبيقات في جميع أنحاء العالم. وعلى سبيل المثال، نُجحت عملية الاستعاضة عن أجهزة الاستنشاق ذات الجرعات المقننة المحتوية على مركبات الكربون الكلوروفلورية بمجموعة واسعة من أجهزة الاستنشاق الخالية من مركبات الكربون الكلوروفلورية دون إلحاق الضرر بالمرضى. وأُنجز التخلص التدريجي من مركب الكربون الهيدروكلوري فلوري-٢٢ أساساً في الأطراف غير العاملة بالمادة ٥ ويتقدم في الأطراف

(١) متاح في <https://ozone.unep.org/science/assessment/sap>

(٢) متاح في <https://ozone.unep.org/science/assessment/eeap>

(٣) متاح في <https://ozone.unep.org/science/assessment/teap>

العامة بالمادة ٥. وشهد العام ٢٠١٥ التخلص التدريجي النهائي من إنتاج واستهلاك بروميد الميثيل للاستخدامات الخاضعة للرقابة في الأطراف العاملة بالمادة ٥؛ وفي الوقت الحالي، تم التخلص التدريجي من حوالي ٩٩ في المائة من الاستخدامات العالمية الخاضعة للرقابة المبلغ عنها.

٦- وقد أدت الضوابط التي وضعها بروتوكول مونتريال على المواد المستنفدة للأوزون إلى حماية الأوزون الستراتوسفيري العالمي بشكل كبير من استنفاد أشد. وتأقي الأدلة على التغيرات في وفرة المواد المستنفدة للأوزون في الغلاف الجوي من قياسات مستمرة وطويلة الأجل من شبكة عالمية من محطات الرصد. وتستخدم المعلومات المستمدة من تلك القياسات، بالإضافة إلى المعلومات المتعلقة بأعمار المواد المستنفدة للأوزون لحساب الانبعاثات السنوية من تلك المواد ورصدها. وتُقارن هذه القيم بقيم الانبعاثات المستمدة من البيانات المبلغ عنها إلى برنامج الأمم المتحدة للبيئة، مما يتيح تقييم الامتثال لجداول التخلص التدريجي المنصوص عليها في بروتوكول مونتريال.

٧- ويعد اكتشاف تعافي الأوزون الستراتوسفيري ونسبه إلى أي عامل معين أمراً صعباً بسبب التقلب الطبيعي الكبير في كميات الأوزون، فضلاً عن العوامل المتداخلة مثل تغير المناخ والتغيرات في الأوزون التروبوسفيري. وعلى الرغم من أن ثقب الأوزون في القطب الجنوبي لا يزال يحدث كل عام، فإن طبقة الأوزون تتعافى عموماً. وخارج منطقة القطبين، زاد الأوزون الستراتوسفيري العلوي بنسبة ١-٣ في المائة في كل عقد منذ عام ٢٠٠٠. ولم يُكتشف اتجاه كبير في عمود الأوزون الكلي خارج منطقة القطبين خلال الفترة ١٩٩٧-٢٠١٦، حيث كان متوسط القيم في السنوات منذ تقييمات عام ٢٠١٤ أقل من متوسط الفترة ١٩٦٤-١٩٨٠ بما يقرب من ٢ في المائة.

ثانياً- يسهم بروتوكول مونتريال في الاستدامة البيئية وصحة الإنسان ورفاهيته، تمشياً مع العديد من أهداف التنمية المستدامة

٨- حفز بروتوكول مونتريال تكثيف البحوث في مجال المخاطر الصحية لسرطان الجلد والأمراض الأخرى الناجمة عن المستويات العالية من الأشعة فوق البنفسجية الشمسية، مما أدى إلى زيادة المعرفة وتحسين التشخيص والعلاج. وبالمثل، كان هناك تركيز أكبر على الآثار البيئية لزيادة الأشعة فوق البنفسجية بآء وعلى التفاعل مع آثار تغير المناخ السريع.

٩- وترتبط التغيرات في الأشعة فوق البنفسجية والأوزون الستراتوسفيري والمناخ من خلال عدد من العمليات المعقدة. وأصبح فهم هذه العمليات صعباً بسبب الظروف البيئية سريعة التغير وطبيعة النظم البيولوجية التي تؤثر عليها.

١٠- وتمت حماية صحة الإنسان ورفاهيته من الزيادات المفرطة في الأشعة فوق البنفسجية الضارة (٢٨٠-٣١٥ نانومتراً) بموجب بروتوكول مونتريال. وفي حين أن هناك حاجة إلى التعرض إلى مستويات معتدلة من الأشعة فوق البنفسجية بآء لصحة الإنسان (على سبيل المثال، لإنتاج فيتامين دال بشكل طبيعي في الجلد) والمحاصيل (على سبيل المثال، لإنتاج المركبات التي تعزز الجودة التغذوية للمحاصيل وقدرتها على مقاومة الآفات ومسببات الأمراض)، فإن المستويات المرتفعة من الأشعة فوق البنفسجية ضارة، ولا سيما لبشرة الإنسان والعينين، وإمدادات الغذاء وسلامة بنيتنا التحتية. وتتفاعل آثار ارتفاع درجات الحرارة والجفاف وأحداث الطقس المتطرفة مع آثار الأشعة فوق البنفسجية فتهدد النظم الإيكولوجية والزراعة، كما أنها تعرض للخطر السلامة الهيكلية للمواد المستخدمة في البناء وعمر خدمتها، مثل المواد البلاستيكية والخشبية.

١١- ويشكل التعرض للأشعة فوق البنفسجية أكثر من نصف مخاطر الإصابة بالورم الميلانيني الخبيث بين السكان ذوي البشرة الفاتحة، وهي مخاطر كان من الممكن أن تزداد عدة مرات إذا كان استنفاد طبقة الأوزون

الستراتوسفيري أكثر حدة. ويعد سرطان الجلد في العديد من البلدان غير العاملة بالمادة ٥ نوع السرطان الأعلى تكلفة، حيث تقدر تكاليف علاج سرطان الجلد الخبيث في الولايات المتحدة الأمريكية بنحو ٤٥٧ مليون دولار في عام ٢٠١١ ويتوقع أن تزيد إلى ١,٦ مليار دولار بحلول عام ٢٠٣٠.

١٢- وبالنظر إلى أن الأشعة فوق البنفسجية باء هي أيضاً عامل مخاطر رئيسي لإعتام عدسة العين وغيرها من أمراض العين، تم أيضاً تجنب زيادة كبيرة في مستويات العمى. وفي عام ٢٠١٥، كان إعتام عدسة العين السبب في إصابة أكثر من ١٢ مليون شخص بالعمى، وإصابة ٥٢ مليون شخص آخر بضعف بصري، كما عانى ٨,٤ مليون شخص من التنكس البقعي في جميع أنحاء العالم، وكان السبب الرئيسي هو موجات الأشعة فوق البنفسجية الأكثر طولاً.

١٣- ويعد السلوك البشري عامل منظم إضافي مهم للتعرض للأشعة فوق البنفسجية ويتأثر بظروف تغير المناخ. وقد حفز بروتوكول مونتريال وضع العديد من برامج الحماية من أشعة الشمس عن طريق زيادة الوعي بالضرر الناجم عن التعرض لمستويات عالية من الأشعة فوق البنفسجية بسبب استنفاد الأوزون الستراتوسفيري.

١٤- وحفز بروتوكول مونتريال أيضاً فهم دور الأشعة فوق البنفسجية الشمسية بشكل أفضل كعامل في التحديات البيئية الملحة الأخرى. وعلى سبيل المثال، تؤدي الأشعة فوق البنفسجية إلى تحلل العديد من المواد البلاستيكية وتكسيدها، مما يؤدي بدوره إلى تكوين المواد البلاستيكية الدقيقة، التي نعرف الآن أنها تراكمت في العديد من الكائنات الحية، بما في ذلك الأسماك التي تُسوق للاستهلاك البشري. وبالمثل، يمكن أن تؤدي الأشعة فوق البنفسجية، في بعض الحالات، إلى تغيير سمية بعض الملوثات في النظم الإيكولوجية المائية، بما في ذلك مبيدات الآفات والمركبات الناتجة عن الاحتراق غير الكامل للوقود والقمامة واللحم والنباتات. كما يمكن أن تتفاعل التغيرات المستقبلية في الأوزون الستراتوسفيري والأشعة فوق البنفسجية مع التغيرات المتعلقة بالمناخ في التوقيت الموسمي لنمو الحيوانات والنباتات والمحاصيل الزراعية. بيد أن عواقب التفاعل بين التغيرات المستقبلية في الأشعة فوق البنفسجية الشمسية والتغيرات البيئية الأخرى وكذلك آثارها المختلفة غير معروفة في الوقت الحالي.

١٥- وفي حين أنه لا يزال يتعين إجراء مزيد من البحث لتوفير فهم مفصل لآثار هذا التفاعل، فإنه لا يوجد شك في أن الفوائد الاجتماعية لاستعادة بيئة الأشعة فوق البنفسجية بموجب بروتوكول مونتريال تسهم في تحقيق العديد من أهداف التنمية المستدامة، بما في ذلك الأهداف ٢ (القضاء على الجوع)، و ٣ (الصحة الجيدة والرفاهية)، و ١١ (المدن والمجتمعات المستدامة)، و ١٣ (العمل المناخي)، و ١٤ (الحياة تحت الماء) و ١٥ (الحياة على الأرض).

ثالثاً- سيؤدي تنفيذ تعديل كيغالي بشكل كامل إلى انخفاض كبير في الانبعاثات المتوقعة من مركبات الكربون الهيدروفلورية. وكان من الممكن أن تسهم هذه الانبعاثات بشكل كبير في تغير المناخ بحلول عام ٢١٠٠

١٦- تُستخدم مركبات الكربون الهيدروفلورية على نحو متزايد كبدايل للمواد المستنفدة للأوزون في مجالي التبريد وتكييف الهواء، وكمغازات دافعة للردادات وفي نفخ الرغاوي. وفي حين أنها لا تحتوي على الكلور أو البروم المستنفد للأوزون، إلا أنها من غازات الاحتباس الحراري. ويحدد تعديل كيغالي، الذي اعتمد في عام ٢٠١٦ ودخل حيز التنفيذ في عام ٢٠١٩، جداول زمنية للتخفيض التدريجي لإنتاج واستهلاك مركبات الكربون الهيدروفلورية المحددة على المستوى العالمي. وعلى الرغم من أن التأثير الإشعاعي الناتج عن مركبات الكربون الهيدروفلورية في الغلاف الجوي صغير في الوقت الحالي، فإن تعديل كيغالي مصمم لتجنب النمو غير الخاضع للرقابة في الانبعاثات والاحتراق المرتبط به الناتج عن الزيادات المتوقعة في الطلب خلال العقود القادمة.

١٧- وتتزايد وفرة معظم مركبات الكربون الهيدروفلورية المقاسة حالياً في الغلاف الجوي، على النحو المتوقع في السيناريو الأساسي لتقييم عام ٢٠١٤. وزادت انبعاثات مركبات الكربون الهيدروفلورية، بمكافئ ثاني أكسيد الكربون، الناشئة عن كل من الأطراف العاملة بالمادة ٥ والأطراف غير العاملة بالمادة ٥، بنسبة ٢٣ في المائة بين عامي ٢٠١٢ و٢٠١٦.

١٨- ويبلغ التأثير الإشعاعي لمركبات الكربون الهيدروفلورية حالياً ١ في المائة (٠,٠٣ واط في المتر المربع) من التأثير الإشعاعي الإجمالي البالغ ٣ واط م^٢ الذي تُحدثه جميع غازات الاحتباس الحراري طويلة العمر، بما في ذلك ثاني أكسيد الكربون والميثان (CH₄) وأكسيد النيتروز (N₂O) والهالوكربونات. وفي حين أن التأثير الإشعاعي لمركبات الكربون الهيدروفلورية صغير في الوقت الحالي، فإن التقديرات تشير إلى أن التأثير الإشعاعي كان يمكن أن يصل إلى ٠,٢٥ واط م^٢ بحلول عام ٢٠٥٠ في حالة عدم وجود تعديل كيغالي. ونتيجة لتعديل كيغالي، من المتوقع أن ينخفض متوسط الاحترار العالمي الناتج عن مركبات الكربون الهيدروفلورية من خط أساس يتراوح بين ٠,٣ درجة مئوية و٠,٥ درجة مئوية إلى أقل من ٠,١ درجة مئوية بحلول عام ٢١٠٠. ومن شأن التخفيض التدريجي لمركبات الكربون الهيدروفلورية بسرعة أكبر من تلك المطلوبة بموجب التعديل أن يحد بشكل أكبر تغير المناخ الناتج عن مركبات الكربون الهيدروفلورية.

١٩- ويعمل التخفيض التدريجي المقرر لمركبات الكربون الهيدروفلورية بموجب تعديل كيغالي، فضلاً عن اللوائح الوطنية والإقليمية، على توجيه الصناعة نحو بدائل مركبات الكربون الهيدروفلورية ذات القدرة المنخفضة على إحداث الاحترار العالمي والتطبيقات المبتكرة، وخاصة فيما يتعلق بالتبريد وتكييف الهواء والريغواي. غير أن هناك تحديات تواجه إيجاد أفضل حل لكل تطبيق نظراً لأن الخيارات المتعلقة بالمنتجات الجديدة ذات إمكانية الاحترار العالمي الأقل محدودة، إذا وضعت في الاعتبار عوامل مثل قابلية الاشتعال والسمية والتوافر وظروف التشغيل (على سبيل المثال، في ظل ظروف درجات الحرارة المحيطة المرتفعة).

رابعاً- تنطوي التحسينات في الكفاءة في استخدام الطاقة أثناء التخفيض التدريجي لمركبات الكربون الهيدروفلورية على إمكانية تسريع وزيادة الفوائد المناخية من تعديل كيغالي

٢٠- هناك زيادة مطردة في الطلب على أجهزة تكييف الهواء، وسيزداد هذا الطلب مع تغير المناخ. ومن شأن تحسين كفاءة أجهزة تكييف الهواء في استخدام الطاقة أن يقلل استخدام الطاقة ويحد من الحاجة إلى محطات طاقة جديدة. ويعد تحسين كفاءة أجهزة تكييف الهواء في استخدام الطاقة في الأماكن السكنية على المدى القريب مسألة مهمة للغاية بالنسبة إلى الدول النامية، حيث تكون في المراحل المبكرة من نمو كبير متوقع في استخدام أجهزة تكييف الهواء.

٢١- وسوف تأتي حوالي ٩٠ في المائة من التحسينات المحتملة في الكفاءة في استخدام الطاقة في مجالي التبريد وتكييف الهواء من الابتكار التكنولوجي للمعدات، وليس التغييرات في مواد التبريد. غير أن تغيير مواد التبريد أثناء التخفيض التدريجي لمركبات الكربون الهيدروفلورية بموجب تعديل كيغالي سيبيح فرصة لتحسين الكفاءة في استخدام الطاقة في معدات التبريد وتكييف الهواء في نفس الوقت، مما سيققل الطلب العالمي المتزايد على الطاقة. وتشكل هاتان الظاهرتان المتماثلتان فوائد اجتماعية للتخفيض التدريجي لمركبات الكربون الهيدروفلورية.

٢٢- وعند اختيار مادة التبريد، يجب مراعاة عدة عوامل، بما في ذلك مدى ملاءمتها للاستخدام المستهدف، وتوافر مادة التبريد وتكلفتها، وتوافر معدات التبريد وتكييف الهواء المرتبطة بها وتكلفتها، وتكلفة الصيانة وفعاليتها، والكفاءة في استخدام الطاقة، والسلامة وقابلية الاشتعال، وسهولة الاستخدام وأثرها على المناخ والبيئة. ومنذ عام

٢٠١٤، حصلت ٣٥ مادة تبريد جديدة على تعيين قياسي وتصنيف للسلامة، ٥ منها عبارة عن مواد أحادية المركب، و ٣٠ مادة مكونة من خليط. وحددت البحوث التي أجريت في ظروف درجات الحرارة المحيطة العالية مواد تبريد بديلة منخفضة القدرة على إحداث الاحترار العالمي. وهناك وعي أكبر بالتحديات التي تواجه في ظروف درجات الحرارة المحيطة العالية في تصميم وتنفيذ وصيانة المعدات التي يمكنها توفير مستوى عال من الكفاءة في استخدام الطاقة باستخدام مواد التبريد ذات القدرة المنخفضة على إحداث الاحترار العالمي.

خامساً- زاد إجمالي الانبعاثات العالمية من مركب الكربون الكلوروفلوري-١١ بشكل غير متوقع، بما لا يتوافق مع الإطلاق المتوقع من المخزونات، مما يشير إلى إنتاج عالمي جديد غير مبلغ عنه بموجب بروتوكول مونتريال

٢٣- انخفضت وفرة مركب الكربون الكلوروفلوري-١١ في الغلاف الجوي بشكل مطرد منذ أكثر من عقدين استجابة لضوابط بروتوكول مونتريال. وبالنظر إلى وفرته الكبيرة في الغلاف الجوي وبطء معدل انخفاضه بسبب عمره في الغلاف الجوي البالغ ٥٢ عاماً، سيظل مركب الكربون الكلوروفلوري-١١ مصدراً رئيسياً للكلور المدمر لطبقة الأوزون الستراتوسفيري في العقود القادمة. وهناك قلق كبير من تباطؤ انخفاض مركب الكربون الكلوروفلوري-١١ في الآونة الأخيرة أكثر مما كان متوقعاً، مما يشير إلى وجود إنتاج جديد منه.

٢٤- وقبل التخلص التدريجي منه، كان مركب الكربون الكلوروفلوري-١١ يُستخدم أساساً كعامل لنفخ الرغاوي، وكمادة تبريد وفي مجموعة من الاستخدامات الأخرى الأصغر حجماً أو الأقل شيوعاً، بما في ذلك أجهزة الاستنشاق الطبية وفي نفخ التبغ. وكانت المواد البديلة غير المستفيدة للأوزون متاحة لجميع هذه التطبيقات منذ منتصف الثمانينات. وجرى التخلص التدريجي من إنتاج مركب الكربون الكلوروفلوري-١١ في الأطراف غير العاملة بالمادة ٥ في عام ١٩٩٦، وفي الأطراف العاملة بالمادة ٥ في عام ٢٠١٠، إلا للاستخدامات الضرورية في الأطراف العاملة بالمادة ٥، والتي توقفت في عام ٢٠١٤. ولم يُبلغ عن أية استخدامات لمركب الكربون الكلوروفلوري-١١ كمادة أولية.

٢٥- واستنتج حدوث زيادة في الانبعاثات العالمية من مركب الكربون الكلوروفلوري-١١ بعد عام ٢٠١٢ من قياسات مركب الكربون الكلوروفلوري-١١ التي أجرتها شبكتان عالميتان مستقلتان للرصد. وكان متوسط انبعاثات الفترة ٢٠١٤-٢٠١٦ أعلى بنحو ١٠ غيغرام في السنة (Gg yr⁻¹) من متوسط الفترة ٢٠٠٢-٢٠١٢، والتي كانت بالفعل أكبر من الانبعاثات المتوقعة من إطلاق مركب الكربون الكلوروفلوري-١١ من المخزونات المقدرة (أي مركب الكربون الكلوروفلوري-١١ الموجود في المعدات والمنتجات الحالية). ومن المحتمل أن تكون هذه الانبعاثات الجديدة ناشئة عن إنتاج جديد لم يُبلغ لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة وبالتالي يخالف بروتوكول مونتريال. وينشأ جزء من الزيادة في الانبعاثات على الأقل من شرق آسيا، على الرغم من أن المساهمة النسبية لتلك المنطقة في الزيادة الإجمالية للانبعاثات العالمية لم تُحدد كمياً. ويعتبر فهم الاستخدامات المستمرة المحتملة لمركب الكربون الكلوروفلوري-١١ ومعدلات الإطلاق من مخزونات مركب الكربون الكلوروفلوري-١١ ضرورياً لتوقع أنماط انبعاثات مركب الكربون الكلوروفلوري-١١ في المستقبل.

٢٦- ويلزم إجراء مزيد من البحث لتوفير فهم مفصل لأسباب هذه الانبعاثات غير المبلغ عنها وعواقبها. ويعمل فريق التقييم العلمي وفريق التقييم التكنولوجي والاقتصادي معاً لتوفير تحديتات في الوقت المناسب بشأن هذه المسألة إلى الأطراف. واستجابة للمقرر ٣/٣٠ الصادر عن الاجتماع الثلاثين للأطراف، يبذل الفريقان جهوداً منسقة لتوفير معلومات إضافية بشأن رصد الانبعاثات غير المتوقعة من مركب الكربون الكلوروفلوري-١١ وإعداد نماذج بشأنه في الغلاف الجوي، مع التركيز بشكل خاص على المصادر المحتملة للانبعاثات من مركب الكربون الكلوروفلوري-١١ والمواد الخاضعة للرقابة ذات الصلة.

سادساً- أصبحت مصادر رابع كلوريد الكربون مفهومة الآن بشكل أفضل، مما يخفف الفجوة بين المصادر المعروفة للانبعاثات وتقديرات الملاحظات الجوية

٢٧- جُددت انبعاثات كبيرة من رابع كلوريد الكربون (CCl₄) وتشير القياسات الجديدة إلى أنها تزيد عن ٢٥ غيغرام في السنة. وتنشأ هذه الانبعاثات أساساً من الإنتاج الصناعي لكلوريد الميثان والإثيلين البيركلوري والكلور، والانبعاثات المتسربة من عملية إنتاج الكلور والقلويات. وأصبح هناك فهم أفضل من ذي قبل للموارد العالمية من رابع كلوريد الكربون، وضافت الفجوة الكبيرة التي لم تكن مفسرة في الماضي بين تقديرات الانبعاثات القائمة على الصناعة والتقديرات الأعلى القائمة على الملاحظات. ويمكن أن تؤدي ممارسات التصنيع المحسنة التي تهدف إلى تقليل الانبعاثات المتسربة والاستعراض الأكثر شمولاً لمرافق إنتاج كلوريد الميثان والإثيلين البيركلوري إلى تقليل انبعاثات رابع كلوريد الكربون.

سابعاً- تزايدت وفرة عدد من المواد الثانوية المستنفدة للأوزون في الغلاف الجوي؛ ويمكن أن يؤثر تراكم هذه المركبات على الأوزون الستراتوسفيري في نهاية المطاف

٢٨- يسهم الميثان الثنائي الكلور (CH₂Cl₂)، عمره الافتراضي ١٨٠ يوماً) بنسبة صغيرة في إجمالي التحميل الحالي للكلور في الستراتوسفير. وزاد إجمالي الكلور الناتج عن الغازات ذات الأعمار القصيرة للغاية بنحو ٢٠ جزءاً من التريليون بين عامي ٢٠١٢ و٢٠١٦ ليصل إلى ١١٠ أجزاء من التريليون. ويعد الميثان الثنائي الكلور المكون الرئيسي للكلور ذي العمر القصير للغاية وهو يشكل غالبية الزيادة في إجمالي الكلور من المواد قصيرة العمر للغاية بين عامي ٢٠١٢ و٢٠١٦. وفي ضوء اتجاهات إنتاج المواد الكيميائية في السوق واستخدام الميثان الثنائي الكلور، من غير المتوقع حالياً أن تحدث زيادة كبيرة في الإنتاج العالمي من الميثان الثنائي الكلور وتركيزاته في الغلاف الجوي في العقود القليلة القادمة.

٢٩- كما أن الإيثان الثنائي الكلور (CH₂ClCH₂Cl) (عمره الافتراضي ٨٢ يوماً) مادة قصيرة العمر. واستناداً إلى الاستهلاك المتوقع من الإيثان الثنائي الكلور، يمكن أن يتضاعف التركيز الأساسي منه في الغلاف الجوي بحلول عام ٢٠٣٠، ولكن من المتوقع أن يكون أثره على الكلور الستراتوسفيري صغيراً بسبب عمره القصير.

٣٠- وتبين التحليلات القائمة على الملاحظات وجود كميات مستقرة بشكل غير متوقع أو حتى متزايدة من بعض مركبات الكربون الكلوروفلورية منخفضة المستوى بين عامي ٢٠١٢ و٢٠١٦، بما في ذلك مركب الكربون الكلوروفلوري-١٣ (٣ أجزاء من التريليون، وعمره الافتراضي ٦٤٠ عاماً)؛ ومركب الكربون الكلوروفلوري-١١٣ (٧ أجزاء من التريليون، وعمره الافتراضي ٥٥ عاماً)؛ ومركب الكربون الكلوروفلوري-١١٤ (١٥ جزءاً من التريليون، وعمره الافتراضي ١٨٩ عاماً)؛ ومركب الكربون الكلوروفلوري-١١٥ (٨,٥ أجزاء من التريليون، وعمره الافتراضي ٥٤٠ عاماً).

٣١- ويتعين توخي اليقظة فيما يتعلق بانتشار هذه المركبات الثانوية في الغلاف الجوي لتجنب أي مفاجآت فيما يتعلق باستنفاد الأوزون الستراتوسفيري في المستقبل.

ثامناً- في حين أن وفرة الهالونات تتراجع ببطء، فإن الطلب على الهالون -١٣٠١ لا يزال قائماً، وقد لا يمكن تلبيته في المستقبل دون إنتاج جديد

٣٢- انخفض إجمالي البروم الناتج عن الهالونات في الغلاف الجوي من ذروة بلغت ٨,٥ أجزاء من التريليون في عام ٢٠٠٥ إلى ٧,٧ أجزاء من التريليون في عام ٢٠١٦. وواصلت وفرة الهالون-١٢١١ والهالون-٢٤٠٢

والهالون-١٢٠٢ الانخفاض بين عامي ٢٠١٢ و ٢٠١٦. وفي المقابل، زادت وفرة الهالون-١٣٠١ في البداية، ثم بدا بعد ذلك أنها تستقر بحلول عام ٢٠١٦. ويشير ذلك إلى انبعاثات أعلى من المتوقع للهالون-١٣٠١ في الغلاف الجوي. ونظراً لعدم وجود إنتاج معروف من الهالونات منذ عقدين، فقد تكون مخزونات الهالون-١٣٠١ أقل بكثير من الكمية المطلوبة لتلبية الاحتياجات الجارية.

٣٣- ولا يزال الطلب على الهالونات لاستخدامات إطفاء الحرائق قائماً، وسوف يتجاوز في نهاية المطاف الإمدادات من المخزونات في حالة عدم استخدام بدائل. وهناك استخدامات مستمرة طويلة الأجل للهالونات (على سبيل المثال، في منشآت النفط والغاز والمنشآت النووية والعسكرية) وطلب متزايد من الطيران المدني على الهالون-١٣٠١ بسبب عدم وجود بدائل لتطبيقات مكافحة الحرائق في غرف المحركات ومقصورات الشحن في الطائرات الجديدة. وتشير الزيادة في الانبعاثات إلى أن مخزونات الهالون-١٣٠١ يمكن أن تنفذ بسرعة أكبر مما كان متوقعاً في التقديرات السابقة التي تتراوح بين عامي ٢٠٣٢ و ٢٠٥٤. وبالإضافة إلى ذلك، هناك اختلافات إقليمية، مما قد يعني أن الإمدادات ستنفذ في وقت أبكر بكثير في البلدان التي ليس لديها مخزونات مخصصة طويلة الأجل. ولذلك، هناك احتمال قوي أن تُقدم ترشحات للاستخدامات الضرورية لإنتاج جديد من الهالون-١٣٠١ في المستقبل القريب لتوفير إمدادات للاستخدامات المهمة في مجال مكافحة الحرائق، وخاصة لعمليات الطيران المدني والنفط والغاز.

تاسعاً- إن تحديد كمية المخزونات من المواد المستنفدة للأوزون والمدة الزمنية لاستمرار انبعاثاتها أساسي لتحديد سرعة تعافي طبقة الأوزون

٣٤- يجري الجمع بين تقديرات كميات المواد المستنفدة للأوزون الموجودة في المعدات والمنتجات القائمة، المشار إليها على أنها المخزونات، وملاحظات المواد المستنفدة للأوزون في الغلاف الجوي لوضع سيناريوهات بشأن انبعاثات المواد المستنفدة للأوزون في المستقبل. وتعتبر معرفة مصادر الإطلاق وكمياتها المطلقة ومعدلاتها ضرورية لفهم الانبعاثات المستقبلية الناتجة عن المخزونات. وعلى سبيل المثال، سيعتمد تحديد كمية المخزونات المرتبطة بانبعاثات مركب الكربون الكلوروفلوري-١١ المكتشفة مؤخراً وغير المبلغ عنها على الطريقة التي استخدم بها مركب الكربون الكلوروفلوري-١١. وتكتسي هذه المسألة أهمية خاصة في تقدير إجمالي الكمية المنتجة من مركب الكربون الكلوروفلوري-١١ وأثرها المحتمل على تعافي الأوزون الستراتوسفيري (انظر الفرع خامساً أعلاه).

٣٥- وكان من المفيد في الماضي استرداد وتدمير المواد المستنفدة للأوزون الموجودة في المخزونات. ولكن مع انخفاض نسبة المواد المستنفدة للأوزون في المخزونات وصعوبة الوصول إليها الآن، ستصبح هذه العملية أكثر صعوبة وأقل جدوى من الناحية الاقتصادية، وستنخفض فوائدها البيئية. وعلى الرغم من ذلك، إذا كانت هذه العملية قابلة للتنفيذ، سيؤدي التخلص من المخزونات المعروفة الحالية من مركبات الكربون الكلوروفلورية والهالونات ومركبات الكربون الهيدروكلورية فلورية إلى مساهمة أكبر قليلاً في الحد من استنفاد الأوزون في المستقبل من الإزالة الكاملة لإنتاج مركبات الكربون الهيدروكلورية فلورية وبرومييد الميثيل ورابع كلوريد الكربون على مدى العقود الأربعة المقبلة.

عاشراً- هناك ارتباط بين استنفاد الأوزون الستراتوسفيري وتغير المناخ لأن المواد المستنفدة للأوزون هي من غازات الاحتباس الحراري القوية وتغير المناخ يغير الأوزون الستراتوسفيري

٣٦- من المرجح أن يكون التبريد في الطبقة الدنيا من الستراتوسفير بسبب استنفاد الأوزون هو السبب الأساسي للتغيرات في المناخ الصيفي في نصف الكرة الجنوبي في أواخر القرن العشرين. وتشتمل التغيرات على

التحول الملحوظ للدورة التروبوسفيرية نحو القطب في نصف الكرة الجنوبي، مع ما يرتبط بذلك من أثر على درجة حرارة السطح وهطول الأمطار. وهناك أدلة متزايدة على أن النظم الإيكولوجية والزراعة في نصف الكرة الجنوبي تتأثر بهذه التغيرات في المناخ، وهناك أمثلة على الآثار الإيجابية والسلبية على التنوع البيولوجي وإنتاجية الكائنات المائية والبرية. ومن المتوقع أن تنعكس الآثار الإيكولوجية مع تعافي منطقة أنتاركتيكا من فقدان الشديدة للأوزون الستراتوسفيري. ولم يُخلص إلى وجود صلة قوية بين استنفاد الأوزون الستراتوسفيري وتغيرات المناخ السطحية على المدى الطويل في نصف الكرة الشمالي.

٣٧- وتؤثر التغيرات في مستويات المواد المستنفدة للأوزون تأثيراً مباشراً على المناخ لأنها من غازات الاحتباس الحراري القوية، بالإضافة إلى كونها مستنفدة للأوزون. ولا يزال إجمالي التأثير الإشعاعي الناجم عن المواد المستنفدة للأوزون الخاضعة للرقابة وبدائلها مقيداً بشدة نتيجة بروتوكول مونتريال، بما في ذلك تعديل كيغالي. وبدون بروتوكول مونتريال، لكان التأثير الإشعاعي الناتج عن المواد المستنفدة للأوزون قد زاد إلى حوالي ٤٠ في المائة من تأثير ثاني أكسيد الكربون بحلول عام ٢٠٢٠. ونتيجة للبروتوكول، فإن التأثير الإشعاعي الناتج عن مركبات الكربون الكلوروفلورية يبلغ حالياً حوالي ١٤ في المائة من التأثير الناتج عن ثاني أكسيد الكربون. وظل مجموع التأثير الإشعاعي لمركبات الكربون الكلوروفلورية ومركبات الكربون الهيدروكلورية فلورية مستقراً منذ حوالي عقدين وبدأ للتو في الانخفاض إلى جانب انخفاض وفرة تلك المركبات في الغلاف الجوي.

٣٨- ويمكن أن تؤدي جهود الهندسة الجيولوجية في المستقبل المبذولة لتخفيف أثر تغير المناخ عن طريق توليد الرذاذات الجوية في الستراتوسفير لتعكس ضوء الشمس إلى تغيير الأوزون الستراتوسفيري بطرق لا نفهمها تماماً حتى الآن.

حادي عشر- يعتمد توقيت ومدى تعافي الأوزون الستراتوسفيري على تركيزات المواد المستنفدة للأوزون وغازات الاحتباس الحراري في المستقبل

٣٩- تتسم العمليات التي تتحكم في التغيرات المستقبلية في الأوزون الستراتوسفيري بالتعقيد. ومع انخفاض مستويات المواد المستنفدة للأوزون، من المتوقع أن يعود عمود الأوزون الكلي في خطوط العرض الوسطى من نصف الكرة الشمالي في العقد الثالث من القرن الحادي والعشرين إلى نفس القيم التي كان عليها في ثمانينات العقد الماضي، ومن المتوقع أن يحدث نفس الشيء مع عمود الأوزون الكلي عند خطوط العرض الوسطى من نصف الكرة الجنوبي في منتصف القرن الحادي والعشرين تقريباً. ومن المتوقع أن ينخفض حجم ثقب الأوزون في أنتاركتيكا تدريجياً، وأن يعود عمود الأوزون الكلي خلال فصل الربيع في ستينات القرن الحادي والعشرين إلى القيم التي كان عليها في عام ١٩٨٠.

٤٠- وفي النصف الثاني من القرن الحادي والعشرين، وهو الوقت الذي يتوقع فيه أن يكون تأثير المواد المستنفدة للأوزون قد تقلص إلى حد كبير، من المتوقع أن تصبح انبعاثات غازات الاحتباس الحراري الرئيسية، وهي ثاني أكسيد الكربون والميثان وأكسيد النيتروز، هي المحركات الرئيسية للتغيرات في الأوزون الستراتوسفيري من خلال آثارها على المناخ وكيمياء الغلاف الجوي. وبدون تخفيف كبير لمستويات غازات الاحتباس الحراري المتوقعة في المستقبل، من المتوقع أن ينخفض عمود الأوزون الستراتوسفيري في المناطق المدارية بحلول عام ٢١٠٠ بنحو ٣ في المائة عن قيم عام ١٩٨٠. وعند خطوط العرض الوسطى والقطب الشمالي، من المتوقع أن يتعافى الأوزون الستراتوسفيري وأن يتجاوز في نهاية المطاف متوسط قيم الفترة ١٩٦٠-١٩٨٠.

٤١- وبالإضافة إلى مواصلة تقييد تركيزات المواد المستنفدة للأوزون في الغلاف الجوي في المستقبل، قدم بروتوكول مونتريال، ولا سيما مع اعتماد تعديل كيغالي، مساهمة كبيرة في منع تغير المناخ وسيظل يقوم بذلك من خلال مراقبة مركبات الكربون الهيدروفلورية.

ثاني عشر- توقف انخفاض تركيزات بروميد الميثيل في الغلاف الجوي

٤٢- انخفض استخدام بروميد الميثيل الخاضع للرقابة بأكثر من ٩٩ في المائة من الذروة التي بلغها في عام ١٩٩١ وقدرها ٦٤ ٠٠٠ طن. غير أن تركيزات بروميد الميثيل في الغلاف الجوي توقفت عن الانخفاض، مما يشير إلى احتمال استمرار استخدامه بكمية أكبر من الكمية المبلغ عنها حالياً لتطبيقات الحجر ومعالجات ما قبل الشحن (معفاة). وهناك بدائل متاحة فوراً لما يقدر بنحو ٤٠ في المائة من استخدامات الحجر ومعالجات ما قبل الشحن المبلغ عنها، ولكنها لم تُطبق لأن استخدامات الحجر ومعالجات ما قبل الشحن معفاة بموجب البروتوكول. وعلاوة على ذلك، يمكن تجنب حوالي ٧٠ في المائة من انبعاثات بروميد الميثيل الحالية من الاستخدامات المبلغ عنها للحجر ومعالجات ما قبل الشحن من خلال الاسترداد أو التدمير في حالة استخدامات الحجر ومعالجات ما قبل الشحن للسلع ومن خلال تركيب الأغشية العازلة في حالة الاستخدامات المتبقية لتبخير التربة قبل الزراعة التي صُنفت على أنها استخدامات للحجر ومعالجات ما قبل الشحن. ومن شأن التخفيضات الناتجة عن ذلك في تركيزات بروميد الميثيل في الغلاف الجوي أن تحقق فوائد قريبة الأجل لطبقة الأوزون.

ثالث عشر- يواصل إنتاج الرغاوي الازدياد مع الانتقال الجاري من المواد المستنفدة للأوزون إلى عوامل النفخ غير المستنفدة لطبقة الأوزون وذات القدرة المنخفضة على إحداث الاحترار العالمي

٤٣- طرأت تحسينات كبيرة فيما يتعلق بتطوير وتوافر المواد المضافة وعوامل النفخ المشتركة والمعدات والتركيبات التي مكنت من نجاح تسويق الرغاوي ونظم الرغاوي المحتوية على عوامل نفخ ذات القدرة المنخفضة على إحداث الاحترار العالمي.

٤٤- وفي الأطراف العاملة بالمادة ٥، أدى النمو في قطاع البناء وفي مناولة السلع القابلة للتلف وتجهيزها ونقلها (على سبيل المثال، من خلال سلسلة التبريد)، إلى جانب اعتماد معايير معززة للكفاءة في استخدام الطاقة في المباني، إلى نمو مطرد في الطلب على مواد العزل الحراري.

٤٥- ومن المتوقع أن يزداد إجمالي الإنتاج العالمي من الرغاوي البولييمرية إلى ٢٩ مليون طن بحلول عام ٢٠٢٣. ويزداد إنتاج الرغاوي المستخدمة للعزل بما يتماشى مع نمو قطاع البناء العالمي واستمرار التطور في مجال تجهيز الأغذية المبردة ونقلها وتخزينها. ويزيد الطلب المقدر على عوامل النفخ من البوليوريثان والبولسترين المشكّل بالتمديد عن ٤٠٠ ٠٠٠ طن، وهناك طلب إضافي قدره ١٠ ٠٠٠ طن للاستخدام في إنتاج الأنواع الأخرى من الرغاوي.

٤٦- وكان التحول من استخدام مركب الكربون الهيدروكلوري فلوري-١٤١ ب إلى استخدام الهيدروكربونات في تطبيقات رغاوي العزل ناجحاً إلى حد كبير في معظم المؤسسات الكبيرة وبعض المؤسسات الصغيرة والمتوسطة الحجم، حيث تكون الكتلة الحرجة للتشغيل كافية لتبرير الاستثمار في تكنولوجيا الهيدروكربونات. غير أن إدارة عملية التحول إلى استخدام عوامل النفخ القابلة للاشتعال في إنتاج الرغاوي لا تزال تشكل تحدياً للعديد من المؤسسات الصغيرة والمتوسطة الحجم في كل من الأطراف العاملة بالمادة ٥ والأطراف غير العاملة بالمادة ٥.

رابع عشر - يعتمد استمرار نجاح بروتوكول مونتريال في حماية الأوزون الاستراتيجي على استمرار الامتثال لأحكام البروتوكول

٤٧- يؤدي عدم الامتثال لبروتوكول مونتريال (على سبيل المثال، فيما يتعلق بانبعاثات مركب الكربون الكلوروفلوري-١١؛ انظر الفرع خامساً أعلاه) والزيادات غير المتوقعة في المواد المستنفدة للأوزون غير الخاضعة للتنظيم (مثل الميثان الثنائي الكلور؛ وبروميد الميثيل في استخدامات الحجر ومعالجات ما قبل الشحن) إلى زيادة استنفاد الأوزون ويمكن أن تؤخر بشكل كبير تعافي طبقة الأوزون. وكلما زادت الانبعاثات وطول أمدها، كلما زاد الأثر على طبقة الأوزون. وبالتالي، يعد استمرار الامتثال لأحكام بروتوكول مونتريال ضرورياً لضمان تعافي طبقة الأوزون وزيادة سرعة التعافي إلى أقصى حد. ويسلط اكتشاف انبعاثات غير مبلغ عنها من مركب الكربون الكلوروفلوري-١١ الضوء على قيمة الشبكات الشاملة طويلة الأجل في قياس مستويات المواد المستنفدة للأوزون في الغلاف الجوي والموارد العالمية المستمدة من تلك القياسات.

٤٨- وفي ضوء المواد المستنفدة للأوزون المتاحة غير مركب الكربون الكلوروفلوري-١١، فإن توافر خيارات إضافية للتعجيل بتعافي طبقة الأوزون محدود، ويرجع ذلك أساساً إلى أن القرارات التي يمكن أن تساعد بشكل كبير قد أُخذت بالفعل. ومن شأن الخيارات المتبقية أن تؤدي بشكل منفرد إلى فوائد صغيرة إلى متواضعة بالنسبة إلى الأوزون. ويمكن أن تشمل تلك الخيارات القضاء الكامل على كل من انبعاثات المواد المستنفدة للأوزون الخاضعة وغير الخاضعة للرقابة؛ واسترداد وتدمير مخزونات مركبات الكربون الكلوروفلورية والهالونات ومركبات الكربون الهيدروكلورية فلورية غير المرغوب فيها أو الفائضة؛ والحد من إنتاج واستهلاك مركبات الكربون الهيدروكلورية فلورية وبروميد الميثيل (على سبيل المثال، في استخدامات الحجر ومعالجات ما قبل الشحن).