المجلة العراقية للبحوث الإنسانية والإجتماعية والعلمية
Iraqi Journal of Humanitarian, Social and Scientific Research
Print ISSN 2710-0952 Electronic ISSN 2790-1254
العدد 16A شباط 2025
No.16A Feb 2025

الاثار البيئية للاستمطار الصناعي (مقال مراجعة)

أ.م.د. اوراس غني عبد الحسين
جامعة بغداد/ كلية التربية للبنات / قسم جغرافية
orass.gani@coduw.uobaghdad.edu.iq

الملخص:

الاستمطار او ما يعرف أيضًا بتلقيح السحب أو تحفيز السحب، هو واحد من أكثر الابتكارات العلمية المثيرة للجدل في العقود الأخيرة.، وهوتقنية تُستخدم لزيادة هطول الأمطار في المناطق التي تعاني من نقص في كميات الأمطار، الهدف الرئيسي للاستمطار هو زيادة كميات الأمطار وتحسين توزيعها بشكل مناسب لتلبية احتياجات المزروعات ومياه الشرب والاستخدامات الأخرى ، ويفرق عن المطر الذي ينتج عندما تتبخر المياه من المسطحات المائية، أو ينتج عن النتح من المسطحات الخضراء، وتتجمع على شكل بخار في الهواء، لتكون السحب، وعندما تصل كميات المياه إلى حد التشبع بحيث تصبح أكبر من أن تتحملها طاقة الهواء لتسقط الأمطار. يحمل الاستمطار وعودًا كبيرة في معالجة أزمات المياه وتحسين الأمن الغذائي ولكن، كما هو الحال مع أي تقنية حديثة، لا تأتي هذه الفوائد دون تحديات وآثار جانبية، في هذا البحث سنستكشف الأثار البيئية للاستمطار، من حيث التأثير في النظم البيئية والتنوع البيولوجي، إلى الآثار المحتملة في جودة الهواء والمياه، كما سنلقي نظرة على كيفية تأثير هذه العملية في التوازن البيئي، وما إذا كانت فوائدها تفوق المخاطر المحتملة على البيئة.

الكلمات المفتاحية: الاثار البيئية، الاستمطار الصناعي، تلقيح السحب

)Review of the Article(Environmental Impacts of Rainmaking

Dr. Orass Ghani Abdul-Hussein
University of Baghdad / College of Education for Women
orass.gani@coduw.uobaghdad.edu.iq

Abstract:

Rainmaking or "weather modification," also known as cloud stimulation or cloud fertilization, is one of the most controversial scientific innovations in recent decades. It is a technique used to increase rainfall in areas suffering from a shortage of rainfall. The primary goal of cloud seeding is to increase rainfall amounts and improve its distribution to meet agricultural needs, drinking water demands, and other uses. It differs from natural rainfall, which occurs when water evaporates from water bodies or is released through transpiration from green areas, forming vapor in the air that gathers into clouds. When the water concentration reaches saturation and becomes too heavy for the air to hold, rain falls .Cloud seeding holds great promise in addressing water crises and improving food security. However, as with any modern technology, these benefits do not come without challenges and side effects. In this study, we will explore the environmental impacts of cloud seeding, from its effects on ecosystems and biodiversity to its potential impacts on air and water quality. We will examine how this process influences environmental balance and whether its benefits outweigh the potential risks to the environment.

Keywords: Environmental impacts, artificial rainmaking, cloud seeding

تطوّر عمليات الاستمطار:

شهدت عمليات الاستمطار مراحل متعددة، حيث تعود أول محاولة لإسقاط الأمطار بهذه الطريقة إلى القرن السابع عشر، حيث حاول القائد الفرنسي الشهير نابليون بونابرت إطلاق قذائف مدافعه نحو السحب، بغرض تفتيتها وإسقاط الأمطار، ومع التقدم العلمي والتكنولوجي، بدأت بعض الدول تحاول تنفيذه باستخدام بالونات هوائية وطائرات ورقية لإيصال المتفجرات إلى السحب، إلا أن هذه المحاولات باءت بالفشل، وتسببت في حدوث حرائق وكوارث، تعود جذور أول تجربة لعملية لأستمطار السحب الى عام 1891 اذ قام لويس جاثمان باول محاولة علمية للاستمطار الصنعي وذلك باطلاق غاز ثاني اوكسيد الكاربون في السحب المطيرة،وفي عام 1946 تمكن الباحثان فونيغت و شايفر من أجراء أول عملية أستمطار ناجحة بمركبين هما يوديد الفضة ويوديد الرصاص ، وفي عام 1947م بدأ نجاح هذه العملية، حيث قامت منظمة الكومنولث الأسترالية للأبحاث العلمية والصناعية بتلقيح السحب للحصول على الأمطار، وفي أوائل الخمسينات، أجرى العلماء التجارب الأولى لزرع بذور الاستمطار باستخدام مواد مثل يوديد الفضة وثنائي بروميد الفضة.

خلال سنوات التجارب الأولى، كانت التقنيات تحتاج إلى تطوير وتحسين لتحقيق نجاحات أكبر في زيادة هطول الأمطار ثم بالتطور والتقدم وخلال لمدة من(1960-1980) ، تم تطوير تقنيات جديدة وتحسين العمليات لزيادة كفاءة استمطار السحب وتم تطوير مواد تلقيح جديدة ومتطورة لتحفيز تكاثف السحب وزيادة هطول الأمطار ولحد الان مستمرة التقنيات للاستمطار،اذ بدأت عدة دول حول العالم في تطوير هذه التقنيات من أجل الوصول إلى نتائج أفضل، وأصبحت الولايات المتحدة الأمريكية والصين وأستراليا وروسيا من الدول الرائدة في عملية الاستمطار الصناعي، اما الدول العربية فكانت للعراق تجربه ناجحه في اواخر الثمانينات وي عام 2006 بدأت المملكة العربية السعودية في تعميم دراسة تجريبية لاستمطار السحب على المنطقة الوسطى، والتي تشمل الرياض وحائل والقصيم، وذلك بعد نتائج أولية إيجابية حققتها التجربة في منطقة عسير، وفي العام ذاته قامت الأردن بتنفيذ أول عملية استمطار صناعي في منطقة سد الملك طلال، وذلك بمشاركة هيئة الأرصاد الجوية الأردنية وسلاح الجو الملكي الأردني،ومن بين الدول التي تستخدم تقنيات الاستمطار الصناعي دولة الإمارات العربية المتحدة التي تعتمد على تقنيات الاستمطار الصناعي لتحسين هطول الأمطار وتحسين الظروف المناخية في المناطق الجافة.

تعتمد عملية الاستمطار الصناعي على تحفيز عملية تكاثف البخار في الجو لتكوين قطرات ماء تتجمع وتسقط كأمطار، وهناك عدة تقنيات لتحقيق ذلك، ومنها:

زرع بذور الاستمطار (التلقيح الحيوي) : يتم تفريغ مواد تلقيح خاصة في الجو، مثل يوديد الفضة أو ثنائي بروميد الفضة، لتحفيز تكوين قطرات الماء في السحب وزيادة فرص هطول الأمطار.

إطلاق مواد كيميائية: تُطلق مواد كيميائية في السحب تعمل على زيادة عملية التكاثف وتشكيل قطرات ماء أكبر مما يؤدي إلى زيادة هطول الأمطار.

تقنيات الحرارة اللازمة : تتضمن هذه التقنيات استخدام الليزر أو الأشعة فوق البنفسجية لتسخين أجزاء من السحب، مما يعمل على تحفيز عملية التكاثف وتكوين القطرات.

4-التدخل بالحقول الكهربائية: يمكن استخدام أنظمة توليد الكهرباء لإنشاء حقول كهربائية تؤثر على السحب وتحفز عملية التكاثف وزيادة فرص هطول الأمطار.

تعتمد نجاح عملية الاستمطار الصناعي على عدة عوامل، منها نوعية وارتفاع السحب، درجة الحرارة، نسبة الرطوبة، وتوافر البذور اللازمة لتكوين قطرات الماءوتواجد السحب الرّكامية، ووجود تيارات هوائية صاعدة، وتحديد الوقت المناسب لتلقيح السحب، ومعرفة الكمية المناسبة من المواد المحفزة التي يجب حقن السحب بها.

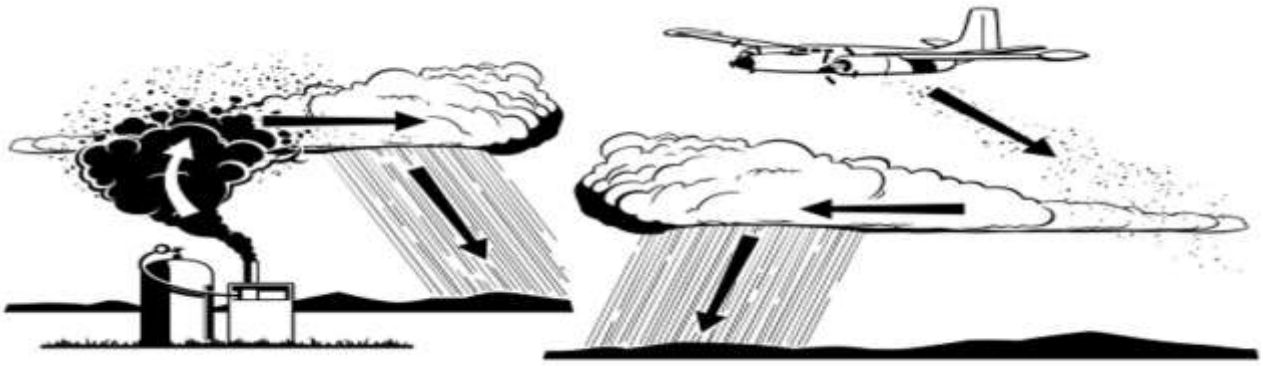
طرق الاستمطار:

يرتبط حدوث الاستمطار الصّناعيّ بطرق عديدة لاستخدامها في حقن أو تلقيح السحب، وهي كالآتي:

1-الطريقة الجوية :استمطار السّحب صناعيًا بهذه الطريقة بوجود الطائرات والصواريخ الجويّة، حيث تُحلّق تحت أو فوق أو داخل السحابة وفقًا لطبيعته، وهي أكثر الطرق فعاليّة، وتُستخدم في كثير من دول العالم التي تعاني من الجفاف.

2-الطريقة الأرضية:. تتم من خلال مضادات الطائرات والمولدات الخاصة أرضًا والمدافع، ويكثر استخدامها في الصين.

ويتم استخدام يوديد الفضة الذي يعتبر من أكثر المواد شيوعًا، حيث يُدخل إلى الغيوم ليعمل كنواة لتكوين قطرات الماء ، كما يستخدم الثلج الجاف لتبريد الغيوم، مما يؤدي إلى تكاثف الماء وتحفيز هطول الأمطار ، كما تستخدم مواد أخرى مثل الملح وبعض المركبات الكيميائية الأخرى ، ينظر للشكل التالي الي يمثل طرق الاستمطار الصناعي المبينه اعلاه.



مزايا وعيوب الاستمطار:

هنالك العديد من المزايا والعيوب التي يُقدمها استمطار السّحب، وهي كما موضحه في الجدول التالي :

المزايا	العيوب
مساعدة الدول التي تعاني من المناخ الجاف، وذلك من خلال تحسين وضعها الاقتصاديّ.	**تؤدي الامطار الغزيرة الى تعرية التربة مما يؤدي الى تجريد الطبقة الغنية من التربة.**
زيادة مخزون المياه الذي يتم استخدامه في الزراعة	**إلحاق الضرر بالبيئة وخاصة النباتات والحيوانات، نتيجة استخدام المواد الكيميائية**
تحقيق بعض الأهداف الاستراتيجية سواء أكانت بعيدة أو قصيرة المدى، مثل زيادة كثافة الغطاء النباتي الصالح للرعي، وإعادة ملء السدود، وزيادة مخزون المياه الجوفية.	**حرمان المناطق البعيدة عن السواحل والمحيطات من مياه الأمطار؛ وذلك عندما تحدث عمليات الاستمطار بالقرب من المناطق الساحلية، وقد ينشأ عنها أزمات سياسية في البلاد**
تقليل حدوث الاعاصير والمساهمة في تعديل المناخ.	**تغيير المناخ المحلي للدولة المستخدمة لهذه التقنية الصناعية إلى حد كبير، ولكن لا يمكن التنبؤ بمدى تأثير عملية الاستمطار على المناخ العالمي بشكل عام.**

المصدر:من عمل الباحثة اعتمادا على: احمد خزعل جبار، الاستمطار الصناعي، مجلة نسق، المجلد (42) العدد(10) ،2024، ص 913 و ص919

الاثار البيئية للاستمطار:

1-تأثير في جودة المياه والتربة:

الاستمطار الصناعي يتضمن نشر مواد كيميائية مثل يوديد الفضة في السحب لتحفيز هطول الأمطار ورغم أن الدراسات تشير إلى أن تركيز هذه المواد في مياه الأمطار يكون منخفضًا نسبيًا، إلا أن تراكم المواد الكيميائية قد يؤدي الى تساقط الأمطار المحملة بآثار يوديد الفضة وتراكم هذه المادة في التربة والمسطحات

المائية يؤثر في جودة المياه ويضر بالكائنات الحية المائية والبيئة النباتية،كما ان استخدام كلوريد الصوديوم (الملح)، قد يزيد من ملوحة التربة والمسطحات المائية، مما قد يهدد الزراعة والحياة البحرية.

2- التأثير في التنوع البيولوجي:

الاستمطار الصناعي يمكن أن يؤثر في الأنظمة البيئية المحلية، خاصة عندما يتم تحفيز الأمطار في مناطق لم تكن تتعرض بشكل طبيعي لنفس كمية الهطول، مما يؤدي الى اضطراب الأنظمة البيئية في المناطق التي تتلقى كمية غير طبيعية من الأمطار فقد تشهد تغييرات كبيرة في أنواع النباتات والحيوانات الموجودة فبعض الأنواع قد تزدهر، بينما قد تختفي أخرى بسبب عدم توافقها مع الظروف الجديدة، فضلا عن التغير المفاجئ في كمية المياه المتاحة يمكن أن يؤثر في الأنواع المهددة بالانقراض التي تعتمد على ظروف بيئية محددة، مما يؤدي إلى تغيرات غير متوقعة في التنوع البيولوجي.

3- التأثير في الطقس والمناخ المحلي:

التحكم في الطقس على نطاق محلي قد يؤدي إلى عواقب غير متوقعة في مناطق أخرى فزيادة الأمطار في منطقة معينة على حساب المناطق المجاورة قد يسبب جفافًا في تلك المناطق، بمعنى آخر نقل الرطوبة من منطقة إلى أخرى قد يؤدي إلى اختلال في التوازن الطبيعي للأمطار، كما قد تؤدي إلى تغيرات في درجات الحرارة والرطوبة مما يؤثر في النظام المناخي المحلي بطرق يصعب التنبؤ بها.

4- التأثير في الغلاف الجوي:

التدخل في الغلاف الجوي من خلال نشر المواد الكيميائية قد يؤدي إلى تغييرات غير معروفة في التفاعلات الجوية كتغيير تركيبة السحب وتحفيز هطول الأمطار قد يؤثر في توزيع الأمطار الطبيعي، أن هذه تغييرات قد تؤدي إلى اضطرابات طويلة الأمد في نظام الطقس ،كما ان نشر المواد الكيميائية في الغلاف الجوي، خاصة إذا تم بشكل مكثف وعلى نطاق واسع، قد يؤدي إلى تأثيرات سلبية على جودة الهواء المحلي.

5- الآثار الاجتماعية والاقتصادية:

لا تقتصر الآثار البيئية للاستمطار الصناعي على الجوانب الطبيعية فقط، بل تمتد لتشمل التأثيرات الاجتماعية والاقتصادية ، ففي حال نجاح الاستمطار في منطقة معينة، قد يؤدي ذلك إلى تقليل الأمطار في مناطق مجاورة، مما يثير التوتر بين المجتمعات أو الدول التي تعتمد على مصادر المياه المشتركة، كما ان
في بعض الحالات، قد تصبح المجتمعات معتمدة بشكل مفرط على الاستمطار الصناعي لحل مشكلات المياه، مما قد يؤدي إلى تراجع الجهود المستدامة لحماية الموارد الطبيعية.

المصادر:

1-احمد خزعل جبار، الاستمطار الصناعي، مجلة نسق، المجلد (42) العدد(10) ،2024
2-صلاح الدين بحيري،مباديء الجغرافيا الطبيعية،دار الفكر المعاصر، بيروت، لبنان،1996.
3-علي حسن موسى، الاستمطار،دار الفكر للطباعة والتوزيع، دمشق، 2005.
4-قصي عبد المجيد السامرائي ،مباديء الطقس والمناخ، دار اليازوري ، الاردن،2007.
5-ياسر عبد الجواد السيد، تقنية الاستمطار الصناعي، مجلة الارصاد الجوية، العدد 65، 2022.
6_https://www.dri.edu/cloud-seeding-program/what-is-cloud-seeding/
7_https://en.wikipedia.org/wiki/Rainmaking
8_https://www.scientificamerican.com/article/rainmaking-experiments-boom-amid-worsening-drought/
9- Niwas R, Khichar ML, Kumar A, Rani S. Artificial Rain Making Effectiveness, Does Cloud Seeding Really Work?. AkiNik Publications New Delhi. 2022.
10_https://www.britannica.com/technology/weather-modification