تحويل الرطوبة في الهواء الى ماء صالح للشرب

مروه حمد المحمادي- دعاء اسامة مجاهد - بشاير صالح الدعدي- هند محمد الطالب - صباح عيادة المعبدي- سمر محمد السلمي

قسم الفيزياء - كلية العلوم التطبيقية - جامعة أم القرى - مكة المكرمة - المملكة العربية السعودية

الملخص (Abstract) :

الماء مصدر أساسي في حياة البشرية واحتكار الناس على الموارد المعروفة أدى إلى مشكلة عدم كفاية حاجة المجتمع للماء. وفي هذا البحث نعيد صناعة فكرة قد تساعد على حل هذه المشكلة ويمكننا أن نعتبره مورد جيد لسد حاجة المجتمع للماء وذلك عن طريق جهاز يقوم باستخراج الماء من الهواء الرطب بعد مروره بعدة مراحل لجعله صالح للشرب. وقد تم استخدام أجهزة مختلفة تعمل على تحويل الرطوبة الى ماء في عدة دول ونحن نحاول تطبيق الفكرة في منطقة مكة المكرمة.

الكلمات المفتاحية:

جهاز تحويل - الهواء - الرطوبة - الماء- التكثيف والتبريد- FONTUS AIRO

المقدمة (introduction)

يشكل الماء جزء كبير من حياتنا كما أورده الله في كتابه {وجعلنا من الماء كل شيء حي} حيث انه مصدر لكل شيء حي. في العصور القديمة كان استهلاك الماء قليل جدا فلم يبحث الناس آنذاك عن أي مصدر آخر سوى المصادر الموجودة أمامهم كالبحار والآبار والمياه الجوفية حيث كانت متوفرة بكثرة ,وعندما زاد استهلاك الماء حصلت بعض الصراعات بين الدول ذلك لأن معظم الأنهار كانت عابرة للحدود ,غير أن نقل المياه عبر المدن مكلف للغاية وتحلية مياه البحار والأنهار تعتمد على وجود موارد خاصة لها والتي غالبا ما تكون نادرة أو باهظة الثمن[1] .وقتها أصبح المجتمع الدولي يهتم بقضايا توفير المياه والبحث عن مصادره للابتعاد عن الصراعات بين الدول ومن الأسباب والمظاهر الرئيسية لأزمة المياه هو عدم كفاية الحصول على المياه الصالحة للشرب لنحو 884 مليون نسمة [2]ونضوب المياه الجوفية مما يؤدي إلى تناقص كبير في الغلال الزراعية [3]. وعدم كفاية الحصول على مياه تستخدم للصرف الصحي لنحو 2.5 مليار نسمة [2].

في هذا البحث نعيد صياغة فكرة تساعد في حل هذه المشكلة عن طريق تحويل الرطوبة الموجودة في الهواء الى ماء صالحة للشرب والاستخدام فمن المتعارف عليه هو أن الهواء في الغلاف الجوي يحتوي حوالي $14{,}000\ km^3$ من بخار الماء الناتج عن تبخر البحار والأنهار ويمكننا ان نعتبره مصدر متجدد للمياه [4]. ونظرا لأن هذه الأجهزة غير شائعة في المملكة العربية السعودية, ومن هنا بدأت فكرة بحثنا متمنين أن نستطيع انجازه بشكل لائق وعلمي .

في عصرنا الحالي تم الحصول على الماء من خلال بعض المصممين والمبتكرين اللذين اكتشفوا تحويل الرطوبة في الهواء الى ماء ففي عام 1987م العالم ياسر العلايلي وآخرون معه استخدموا جهاز يحتوي مواد تمتص الرطوبة في الهواء عن طريق الطاقة الشمسية [5]. و في عام 2000م وجد العالم حامد احمد طريقتين للبحث عن الماء في الهواء احدهما عن طريق الطاقة الشمسية عباره عن تبريد الهواء الرطب بدرجه حراره اقل من درجة قطرات الندى ويعتبر هذا النظام نظام امتصاص التبريد بالنهار , اما الطريقة الثانية وهي امتصاص الرطوبة بالليل باستخدام محلول كلوريد الكالسيوم المجفف للسائل[6] . وقد اخترع العالم بيترز (Peters) عام 2013م جهاز يعمل على تكثيف

وتعقيم بخار الماء لتوفير مياه الشرب المبردة في البيئات المكتبية، يسمى بـ "مولدات الهواء والماء" . ويجري تسويقها على أنها بدائل مماثلة للبيئة لبرودة المياه المعبأة في زجاجات تقليدية [7] . وأخيرا عام 2015م قام العالم كريستوف بتصميم جهاز (Fontus-Airo) لتحويل الهواء عبر الطاقة الشمسية لإنتاج الماء لأصحاب الرحلات وأيضا وفر لهم هذا الجهاز السهولة في الحصول الماء مع زجاجة فونتس ويتم الان محاولة تسويقه تمهيدا لطرحه في الأسواق .[8]

الجانب النظري (Theoretical Procedure)

أن الغلاف الجوي يحتوي على تقريبا 90 % من الرطوبة التي تكون من تبخر الماء من المحيطات والأنهار بسبب حرارة الشمس فالتالي هي حولت الماء من حالته السائلة الى حالته الغازية , على النقيض تماما عملية التكثيف فهي تحويل الحالة الغازية الى حالة سائلة ,وهو ما سيرتكز عليه مشروعنا حيث أن الجهاز الذي سنعمل عليه يجعل الماء الذي بالهواء يعود الى حالته الطبيعية وهي السائلة الذي نتج من عملية التبخير وذلك يحدث عن طريق التكثيف عند درجات حراره منخفضة [4] ودرجات الحرارة تقاس بوحدة الدرجة المئوية ويرمز لها (°c) , اما الضغط الجوي أو ضغط البخار يقاس بوحدة ميلي بار ورمزها (mb) , وكذلك يقاس الرطوبة النسبية بوحدة المئوية ويرمزلها (%) .[9]

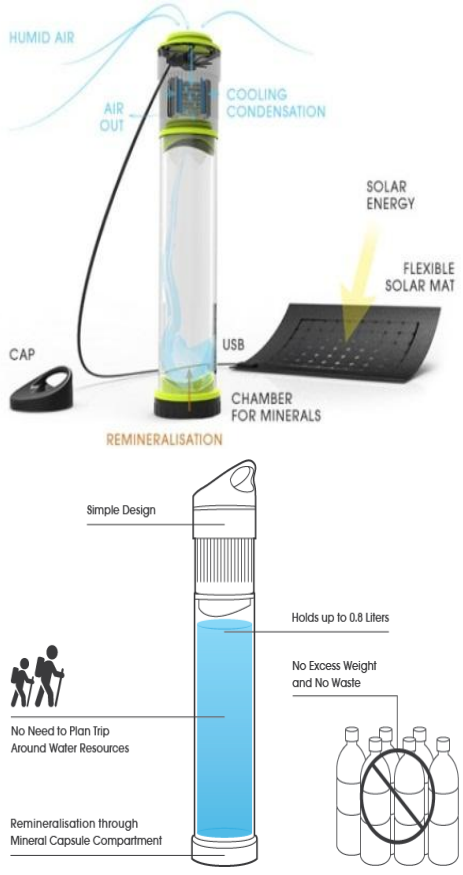
وقد اخترع العالم جون فريدريك دانيال جهاز لقياس نسبة الرطوبة في الغلاف الجوي اطلق عليه جهاز دانييل ورطوبة الندى [10] ومع مرور الزمن استحدث العلماء تعبير رياضي لقياس كمية بخار الماء الحاضر في الهواء وهي :

$$E = -A_e \rho \frac{dq}{dz} \text{.....(1)}$$

حيث أن E معدل التبخر، ρ تعبر عن كثافة الهواء، $\overline{q}$ متوسط الرطوبة في الغلاف الجوي، z المحور العامودي أي المسافة بين سطح البحر والغلاف الجوي. A_e معامل يعتمد على الارتفاع z ويسمى لمقياس أو مدى للاضطراب الذي يزيد بين كلاً من الهواء والبحر حيث يوجد اضطراب تزايدي بين الهواء والبحر (في الوسط) ويكون أكثر أو الأعظم عندما يقل الارتفاع z بمعنى أن الاضطراب بين وسط الهواء والبحر يزيد كلما قلت المسافة z والعكس صحيح.

ومن المعادلة يتم تحديد قيم E (معدل التبخر) من معدل الرطوبة العظمى q لكنها ليست تأكيد لتحديد قيمة E بدقة لأنه من الصعوبة قياس $\overline{q}$ معدل الرطوبة بدقة كبيرة لأنه يصعب الحصول على قيمة $\overline{q}$ في الغلاف الجوي (ليس كما في السفينة أو العوامات في المحيطات).[9].

والضغط الجوى يتأثر بالفصول الاربعة لأنها تتأثر بهبوب الرياح في منطقة مكة المكرمة وأيضا . وبسبب هبوب لرياح لشبه الجزيرة العربية فأن الضغط الجوي يتدرج بالانخفاض في فصل الربيع (شهر مارس وابريل ومايو) وهي أشهر هذه الفصل الدراسي , وهذه الرياح عنيفة في سرعتها وتأتي من الجنوب حتى تصل الى منطقة مكة المكرمة , وتلك الرياح تسبب ارتفاع في درجات الحرارة وانخفاض في الرطوبة . بالإضافة إلى هبوب العواصف الرملية والتي لا تدوم ويعقبها هطول الامطار .[11]



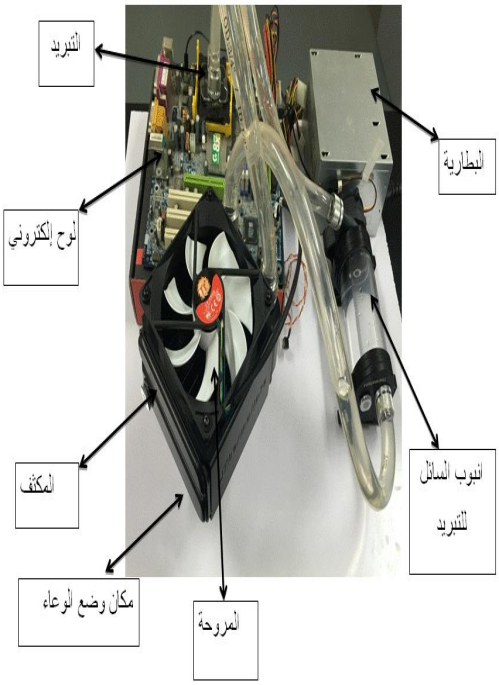
الشكل (1) : تركيب وتصميم جهاز فونتس ايرو FONTUS AIRO [13]

ولقد اقتبسنا فكرة تصميم لجهاز يشابه تصميم جهاز FONTUS AIRO الذي يحول الرطوبة التي بالهواء الى ماء صالح للشرب كما هو واضح في شكل 1 , وذلك عن طريق المروحة التي تسحب الهواء الرطب ليضغط الي غرفة التكثيف في أنبوب يوجد بداخله مجموعة من المبردات الصغيرة للتكثيف الهواء , ثم يتكون قطرات من الماء على شكل سائل في جسيم وهو الأنبوب المفرغ ليتم تخزين الماء فيه , ويوجد اسفل الأنبوب منطقة بها كبسولات تحتوي على بعض المعادن والفيتامينات [12].

الجانب العملي (Experimental Producer):

سنقوم بتركيب جهاز لتحويل الرطوبة في الهواء الى ماء صالح للشرب كما في الشكل (2) . ولعمل ذلك نحتاج الى بطارية لتشغيل الجهاز (ولها جهد مقداره 12 فولت وذلك بعد تحويل أو خفض البطارية العادية من الجهد 220 فولت عن طريق اللوح اللكتروني) , مروحة لسحب الهواء من الجو , مكثف لتكثيف الرطوبة وتحويلها الى ماء , قطعة مبرد لعملية التبريد , أسطوانة تبريد يوضع بها سائل التبريد (وهذا السائل يحتوي على 94% من الماء و 6% من البروبيلين غليكول ودرجة غليان السائل عند $210,2\ ^oF$ أي $99\ ^oC$ ونقطة التجمد $-4\ ^oF$ أي -20^oC وهذا السائل غير سام وغير قابلة للاشتعال ويعتبر هذا السائل صديق للبيئة) وتوصل بالمبرد, توصل هذه الاسطوانة بأنابيب تنقل هذا السائل عبر المبرد والمكثف وأسطوانة التبريد, لوح الكتروني لوضع قطعة المبرد فوقه ونوصل به المروحة وأسطوانة التبريد ومنها يوصل لبطارية - ومثل ما ذكرنا سابقا - ايضا لخفض مقدار جهد البطارية العادية 220 فولت الى 12 فولت حتى لا تحرق القطع، أخيراً الوعاء يوضع تحت المكثف.

سنقوم بتوصيل البطارية والمروحة والمكثف باللوح الالكتروني ونوصل الأنابيب المحتوية على سائل التبريد بالمبرد وأسطوانة التبريد والمكثف ونضع المبرد في مكانه في اللوح الالكتروني كما في الشكل (3) ثم نوصلها بالمروحة .



شكل (2): تركيب جهاز المستخدم تحويل الهواء الى ماء

شكل (3): لوح إلكتروني

بعد تركيب الجهاز كما في (شكل 2) , سوف نستخدم الجهاز وسنرى بعدها كميه الماء الناتج لنا , وذلك بدراسة طبيعة المناطق الرطبة في مناطق مختلفة من منطقة مكة المكرمة من حيث اختلاف الرطوبة ودرجة الحرارة والضغط الجوى من منطقة إلى أخري وذلك عن طريق استخدام برنامج الطقس من الهاتف المتنقل كما في شكل (4), وبالتالي استخدام الجهاز لحساب كمية الماء التي ينتجها وكم لتر ينتج لنا في الساعة .

شكل (4): برنامج الطقس Weather

النتائج والمناقشة Results and Discussion) :

الجداول التالية توضح ما توصلنا اليه أثناء تجربة الجهاز في عدة مناطق مختلفة من منطقة مكة المكرمة.

المنطقة	اليوم	نوع المكان	درجة الحرارة (°c)	الرطوبة (%)	الضغط الجوي (mb)
مكة	1\8	سطح المنزل	39	35	1009
الجموم	29\7	ساحة المنزل	39	32	1006
الطائف	2\8	سطح المنزل	31	25	832
الهدا	2\8	حديقة عامة	22	59	1013
شاطئ جدة	28\7	بالقرب من البحر	30	70	1030
جدة الجنوبية	26\7	ساحة المنزل	32	47	1029

جدول (1 – A): لمعرفة نسبة الرطوبة ودرجة الحرارة والضغط ونوع المكان في مناطق مختلفة من منطقة مكة

المنطقة	بداية الوقت (ساعة)	نهاية الوقت (ساعة)	استغرق من الوقت	كمية الماء (ml)
مكة	5 pm	11 pm	6 ساعات	لا يوجد
الجموم	8 pm	4 am	8 ساعات	لا يوجد
الطائف	8 am	4 pm	8 ساعات	لا يوجد
الهدا	9 pm	2 am	5 ساعات	لا يوجد
شاطئ جدة	3 am	7 am	4 ساعات	لا يوجد
جدة الجنوبية	10 pm	10 am	12 ساعة	لا يوجد

جدول (1 – B): يوضح أوقات القياس والوقت لإنتاج الماء في مناطق مختلفة من منطقة مكة

عند النظر الى الجداول السابقة نرى اختلاف في نسبة الرطوبة والحرارة من منطقة لأخرى , نلاحظ مدينة مكة عند درجة حرارة 39°c ونسبة الرطوبة 35% تعتبر نسبة قليلة ولكن استغرق من الوقت 6 ساعات ,وفي منطقة الجموم في ساحة المنزل كانت درجة الحرارة 39°c والرطوبة 32% وقد استغرقت عملية التحويل قرابة 8 ساعات من الوقت متواصلة وكان الضغط الجوى في مكة والجموم في حدود 1006 ~ 1009 ميلي بار, وكذلك في مدينة الطائف كانت درجة الحرارة تساوي 31°c والرطوبة 25% اما الضغط 832 ميلي بار واستغرق من الوقت قرابة 8 ساعات أيضاً, وفي الهدا بالتحديد في أحدى الحدائق العامة كانت درجة الحرارة في ذلك الوقت 22°c أما الرطوبة كانت 59% استغرق من الوقت 5 ساعات وكان الضغط 1013 ميلي بار, وأجرينا التجربة أيضاً في مدينة جدة مرتين إحداهما بالقرب من البحر والأخرى بجنوب جدة في ساحة المنزل لاحظنا اختلاف الرطوبة عند وضعه بالقرب من البحر كانت درجة الحرارة 30°c ونسبة الرطوبة 70% وهي نسبة عالية واستغرقنا من الوقت 4 ساعات أما في ساحة المنزل لقد استغرق الجهاز من الوقت 12 ساعة

وكانت حينها درجة الحرارة 32°c ونسبة الرطوبة 47% وبينما كان الضغط في جدة في حدود 1030 ~ 1029 ميلي بار, وبالتالى نلاحظ اعلى نسبة رطوبة كانت في جده بالقرب من البحر والهدا لأنها منطقة جبلية مرتفعة مقارنة بالمناطق الأخرى ففي هاتين المنطقتين الرطوبة تكون عالية , وأيضا لاحظنا القياسات في الليل أفضل من القياسات في النهار بسبب درجة الحرارة لأنها تكون في الليل منخفضة عن ما في النهار والقياسات في الأجواء بعد هطول المطر افضل لرطوبة الجو. وأيضا كيف أن الضغط الجوى مرتفع في جدة عن مناطق مكة وعن مناطق الطائف والسبب أن جدة وادي ومكة والطائف مناطق جبلية باختلاف بسيطة. وبالتالى نتوقع أنتاج لقطرات الماء في الامكان الموجودة بها رطوبة اكثر وعند درجات حرارة منخفضة اي في الليل.

ولكن نلاحظ أنه لم يتم انتاج اي لتر من الماء. لقد حاولنا جاهدين البحث عن أسباب عدم عمل الجهاز بالشكل المطلوب على الرغم من تنفيذ الجهاز العملي بطريقة مشابهه لتصميم جهاز فونتوس ايرو للعالم كريستوف. وهناك احتمالين قد يكون إحداهما سبب في عدم قدرة الجهاز على تحوي الرطوبة الى ماء .

الاحتمال الأول عيوب في تصميم الجهاز :

قد تكون المشكلة ضعف البطارية فجهدها لم يتجاوز 12 فولت مع العلم أن الخلية الشمسية المستخدمة في جهاز فونتوس ايرو كانت لها الجهد نفسه تقريبا فربما كان من الممكن أن يعمل الجهاز اذا استخدمنا بطارية أقوى وبالتالي تزيد سرعة المروحة المسئولة عن سحب الهواء وتزيد برودة المكثف لكننا لم نفعل ذلك خوفاً من احتراق القطع المستخدمة في الجهاز حيث أن القطع يجب أن لا يزيد جهد البطارية المستخدمة عن 12 فولت مثل ما هو مكتوب في كتيب التعليمات المصاحبة لقطع.

أيضا يمكن السبب في عدم وجود عملية ضغط بين المروحة والمكثف كما في جهاز فونتس ايرو مع العلم في أننا حولنا عمل بديل بإحضار مسخن وتقريبه من الوعاء وتحت المكثف.

الاحتمال الثاني البيئة المحيطة:

يمكن أن يكون العيب بسبب قلة الرطوبة في الهواء لأنه كما هو موضح في الجداول اعلاه نتوقع لإنتاج قطره واحده من الماء استغراق اكثر من 6 ساعات ورطوبة عالية جدا.

وبحسب الامكانيات البسيطة المستخدمة في الجهاز العملي من جهد بطارية منخفضة نوع ما أو عدم وجود عملية ضغط قوى في الجهاز او البيئة المحيطة أو عدم استغراق وقت كافي أو ايضا الرطوبة ليس كافية قد يكون مثل ما ذكرنا سابقا أحد هذه الاسباب أو مجتمعة في عدم انتاج قطرات الماء ولكن بتطوير الجهاز أو أخذ القياسات في بيئة مناسبة ومثلية نتوقع انتاج الماء.

الخلاصة (Conclusion) :

بعد كل ما تطرقنا إلية في بحثنا والدراسات التي قمنا بها حول الرطوبة ومنشأها وكيفية الاستفادة منها بطريقة معينه نتوقع اختلاف في كميات الماء التي تنتج تختلف من منطقة إلى اخرى حسب عدة عوامل منها عوامل الطقس في تلك المنطقة واختلاف موقع المنطقة سواء كانت في هضبة او وادي وباختلاف قربها وبعدها عن البحر . ويمكن بحول الله وقوته تطوير الجهاز المستخدم لقياس الرطوبة من الهواء وتحويله الى ماء صالح للاستخدام مستقبلا ليكون مصدر جيد يساعد المجتمع في الحصول على ماء صالح للشرب.

الشكر (Acknowledgement) :

نشكر الله تعالى فهو ذو الفضل علينا قبل كل شيء ونوجه خالص الشكر والتقدير للدكتور عبد المنعم تخصص علوم اقتصادية وبيئية في جامعة عين شمس بالقاهرة والمخترع المحترف خالد مصطفى قسم ميكانيكا قوى كلية الهندسة جامعة عين شمس أيضاً لأستاذة ندى صديق على تعاونهم معنا وتزويدنا بالمعلومات وآلية تركيب الجهاز والنصائح العلمية في بحثنا , ونخص بالشكر أستاذة سمر السلمي على مجهودها وتعاونها الذي بذلته معنا طوال الفصل الدراسي , ونشكر جميع من ساعدنا في هذا البحث ولم نذكر اسمه .

المراجع (References) :

[1]. الدكتور حمد عبدالله اللحيدان, جريد الرياض, http://www.alriyadh.com/16435

[2]. The Who/Unicef Joint Monitoring Programme for Water Supply and Sanitation report 2008, Progress in Drinking-water and Sanitation, Unicef , http://www.unicef.org/media/media_44093.html

[3]. Professor Zoltan Grossman, Academic computing, http://academic.evergreen.edu/g/grossmaz/wormka

[4] . أحمد أحمد السروي, كتاب الماء والانسان والكون, النسخة الاولى, (عالم الكتاب, القاهرة, عام 2008)

[5]. Y. Alayli, N. Hadji, and J. Leblond, A new process for the extraction of water from air. Desalination, 1987. **67**: p. 227-229

[6]. A.M. Hamed, Absorption–regeneration cycle for production of water from air-theoretical approach. Renewable energy, 2000. 19(4): p. 625-635.

[7]. G.M. Peters, N.J. Blackburn, and M. Armedion, Environmental assessment of air to water machines—triangulation to manage scope uncertainty. The International Journal of Life Cycle Assessment, 2013. 18(5): p. 1149-1157

[8]. Team fontus, Fontus, http://fontus.at/products/ ;

[9]. K. Katsaros, Atlantic Oceanographic and Meteorological Laboratory (Academic Press , USA , 2001)

[10]. The Editors of Encyclopædia Britannica, Encyclopedia Britannica, http://global.britannica.com/biography/John-Frederic-Daniell

[11] موسوعة المملكة العربية السعودية , http://saudiency.net/Loader.aspx?pageid=16&BookID=24&PID=47

[12]. Kristof Retezer, Indiegogo, https://www.indiegogo.com/projects/fontus-the-self-filling-water-bottles/