ISSN: 1817-6798 (Print)
Journal of Tikrit University for Humanities
available online at: www.jtuh.org/

The Origins and Development of Water Bottling Industry in Salah al-Din Governorate

Waqqas Ali Hamdan

Naseef Jasim Aswad Al.ahababi

University of Tikrit , College of Education for Human Sciences,

* *Corresponding author: E-mail* : wa2300039ped@st.tu.edu.iq

***Keywords*:**
Bottled water industry
water treatment
reverse osmosis
water quality standards
industrial production

A R T I C L E I N F O

Article history:

Received	3 Mar 2026
Received in revised form	25 Apr 2026
Accepted	27 May 2026
Final Proofreading	25 Oct 2026
Available online	25 Oct 2026

E-mail t-jtuh@tu.edu.iq

©THIS IS AN OPEN ACCESS ARTICLE UNDER THE CC BY LICENSE
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

A B S T R A C T

Bottled water industry is considered one of the modern industries that emerged in response to the growing need for safe and clean drinking water amid increasing environmental pollution, population growth, and urban expansion. This industry has undergone several stages of development, beginning with primitive methods of water treatment and progressing to advanced technologies such as filtration, reverse osmosis, ozonation, chlorination, and ultraviolet disinfection. The study highlights the significant economic and public health importance of this industry, as it has become one of the fastest-growing manufacturing sectors worldwide and locally. It contributes to job creation, adds economic value, and plays a vital role in strengthening water and health security for society. The research also shows that bottled water production involves an integrated sequence of industrial stages, starting from bottle manufacturing and shaping, followed by purification and sterilization processes, filling, sealing, labeling, packaging, and finally storage and distribution. These stages reflect the integration of technological, health, and economic aspects within this industry, confirming its importance as a comprehensive industrial activity that relies on modern technology and international health standards.

DOI: http://doi.org/10.25130/jtuh.33.10.1.2026.09

Journal of Tikrit University for Humanities Journal of Tikrit University for Humanities Journal of Tikrit University for Humanities Journal of Tikrit University for Humanities Journal of Tikrit University for Humanities

نشأة وتطور صناعة تعبئة المياه في محافظة صلاح الدين

وقاص علي حمدان/ جامعة تكريت / كلية التربية للعلوم الإنسانية

نصيف جاسم أسود الاحبابي/ جامعة تكريت / كلية التربية للعلوم الإنسانية

الخلاصة:

إنّ صناعة تعبئة المياه تُعد من الصناعات الحديثة التي نشأت استجابةً لتزايد الحاجة إلى مياه شرب آمنة ونقية في ظل تزايد التلوث البيئي والنمو السكاني والتوسع الحضري. وقد مرت هذه الصناعة بمراحل تطور متعددة بدأت بأساليب بدائية لمعالجة المياه، وصولاً إلى اعتماد تقنيات متقدمة تشمل الترشيح الدقيق

والتناضح العكسي والتعقيم بالأوزون والكلور والأشعة فوق البنفسجية، كما تبين أن لهذه الصناعة أهمية اقتصادية وصحية كبيرة، إذ أصبحت من القطاعات الصناعية التحويلية سريعة النمو عالميًا ومحليًا، وأسهمت في توفير فرص عمل وتحقيق قيمة مضافة للاقتصاد الوطني، فضلًا عن دورها الحيوي في تعزيز الأمن المائي والصحي للمجتمع. وأظهرت الدراسة أن عملية إنتاج المياه المعبأة تمر بسلسلة مترابطة من المراحل الصناعية تبدأ بتصنيع العبوات وتشكيلها، مرورًا بعمليات التنقية والتعقيم والتعبئة والإغلاق ووضع الملصقات والتغليف، وصولًا إلى التخزين والتوزيع. وتعكس هذه المراحل التكامل بين الجوانب التقنية والصحية والاقتصادية في هذه الصناعة، مما يؤكد أهميتها بوصفها نشاطًا صناعيًا متكاملًا يعتمد على التكنولوجيا الحديثة والمعايير الصحية العالمية.

الكلمات المفتاحية: صناعة المياه المعبأة، معالجة المياه، التناضح العكسي، معايير جودة المياه، الإنتاج الصناعي.

أولاً: المقدمة

تُعد المياه من أهم الموارد الطبيعية التي تقوم عليها الحياة البشرية والأنشطة الاقتصادية والاجتماعية، إذ لا يمكن تصور أي شكل من أشكال التنمية دون توفر مصادر مائية آمنة وصالحة للاستهلاك. ومع التزايد المستمر في أعداد السكان والتوسع الحضري والصناعي، برزت تحديات كبيرة تتعلق بتوفير مياه شرب نقية تلبي المعايير الصحية والبيئية. وقد أسهمت هذه التحديات في ظهور صناعة تعبئة المياه بوصفها أحد الحلول الحديثة التي تهدف إلى توفير مياه شرب آمنة وموثوقة للمستهلكين. شهدت صناعة تعبئة المياه خلال العقود الأخيرة نموًا متسارعًا على المستوى العالمي، نتيجة ارتفاع الوعي الصحي لدى السكان وتزايد المخاوف من تلوث مصادر المياه التقليدية وضعف شبكات الإمداد في العديد من المناطق. كما أدى التطور التكنولوجي في مجالات المعالجة والتعبئة والتغليف إلى تحسين جودة المياه المعبأة وزيادة انتشارها في الأسواق المحلية والعالمية. وتُعد هذه الصناعة من الصناعات التحويلية التي تعتمد على مجموعة متكاملة من العمليات التقنية، بدءًا من معالجة المياه وتنقيتها، مرورًا بعمليات التعقيم والتعبئة، وانتهاءً بالتغليف والتوزيع. ويعكس هذا التكامل أهمية هذه الصناعة من الناحيتين الصحية والاقتصادية، لما لها من دور في تحسين مستوى الصحة العامة وتوفير فرص العمل وتعزيز النشاط الصناعي. وفي العراق، تزايد الاهتمام بصناعة المياه المعبأة بشكل ملحوظ في السنوات الأخيرة، نتيجة التحديات التي تواجه قطاع المياه وارتفاع الطلب على مياه الشرب الآمنة.

ثانياً: مشكلة البحث

١. ما مدى تطور صناعة تعبئة المياه من حيث المفهوم والنشأة والتطور التاريخي، وهل واكبت هذه الصناعة التطورات التكنولوجية العالمية بما يضمن إنتاج مياه شرب آمنة وفق المعايير الصحية والبيئية المعتمدة؟

٢. ما كفاءة أساليب تعقيم وتنقية المياه المستخدمة في مصانع تعبئة المياه، ومدى قدرتها على إزالة الملوثات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية بما يضمن تحقيق جودة المياه المعبأة وصلاحيتها للاستهلاك البشري؟

٣. ما مدى تكامل المراحل الصناعية لإنتاج المياه المعبأة، بدءًا من تصنيع العبوات وصولًا إلى التخزين والتوزيع، وما أبرز التحديات التقنية والاقتصادية التي تواجه هذه الصناعة في تحقيق إنتاج مستدام وآمن؟

ثالثاً: فرضية البحث

١. أن صناعة تعبئة المياه تطورت تاريخيًا ومفاهيميًا بما يتلاءم مع التطور التكنولوجي العالمي، وأصبحت قادرة على توفير مياه شرب آمنة تتوافق مع المعايير الصحية والبيئية المعتمدة.

٢. أن استخدام تقنيات التعقيم والتنقية الحديثة في مصانع تعبئة المياه يسهم بدرجة كبيرة في إزالة الملوثات الفيزيائية والكيميائية والبايولوجية، وبالتالي ضمان جودة المياه المعبأة وصلاحيتها للاستهلاك البشري.

٣. أن تكامل المراحل الصناعية من تصنيع العبوات مرورًا بالتنقية والتعبئة وصولًا إلى التخزين والتوزيع يعزز كفاءة الإنتاج، إلا أن هذه الصناعة ما تزال تواجه تحديات تقنية واقتصادية تؤثر في تحقيق الاستدامة والكفاءة التشغيلية.

رابعاً: هدف البحث: يهدف البحث الى

تحليل مفهوم صناعة تعبئة المياه وتتبع نشأتها وتطورها التاريخي، مع توضيح الأساليب التقنية المستخدمة في تعقيم وتنقية المياه المعبأة، كما يسعى إلى بيان أهمية هذه الصناعة ودورها الصحي والاقتصادي من خلال دراسة مراحل الإنتاج وخصائص المياه وفق المعايير المعتمدة.

خامساً: أهمية البحث

تكمن أهمية البحث في إبراز الدور الحيوي لصناعة تعبئة المياه في تعزيز الأمن المائي والصحي وتوفير مياه شرب آمنة تلبي احتياجات السكان في ظل تزايد التلوث ونمو الطلب على المياه. كما يسلّط الضوء على الأبعاد الاقتصادية والصناعية لهذه الصناعة ودورها في دعم التنمية الصناعية وتحسين جودة الحياة.

سادساً: منهج البحث

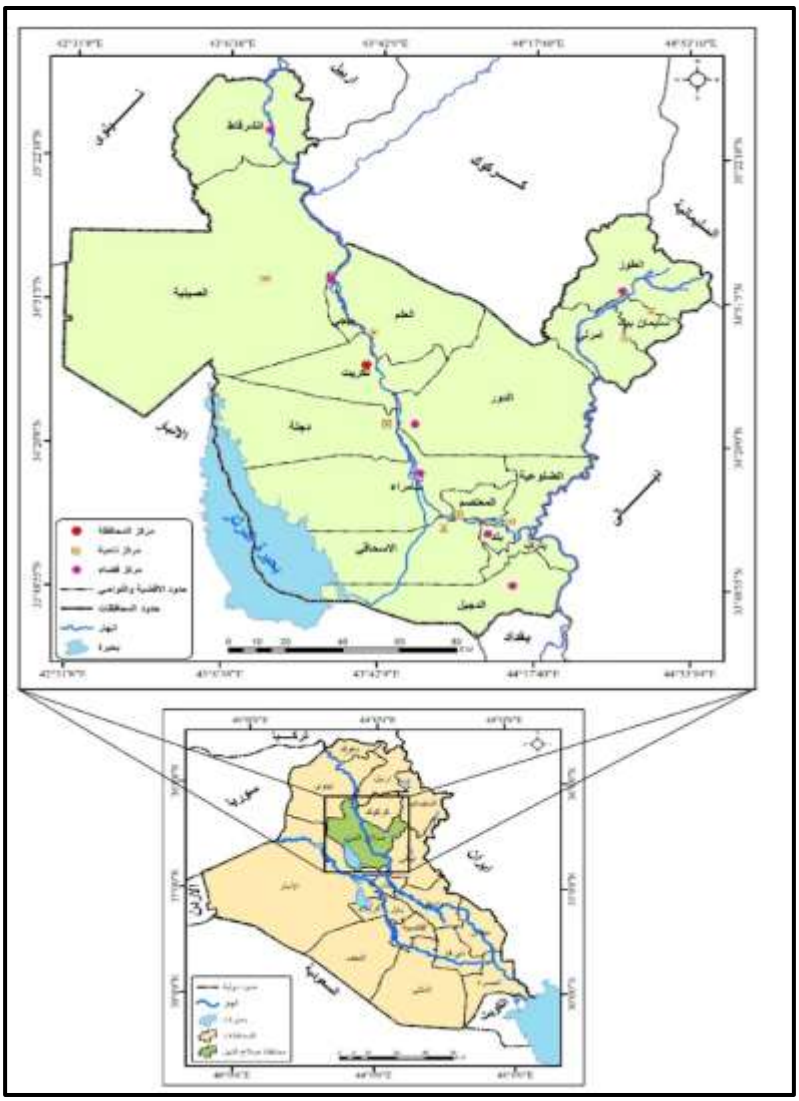
اعتمد البحث على المنهج الوصفي التحليلي في دراسة مفهوم صناعة تعبئة المياه وتتبع مراحل تطورها وخصائصها، مع تحليل العمليات الصناعية المرتبطة بإنتاج المياه المعبأة. كما تم الاعتماد على

الدراسة الميدانية من خلال الزيارات المباشرة للمصانع لجمع البيانات والمعلومات المتعلقة بواقع الصناعة في منطقة الدراسة.

سابعاً: حدود منطقة الدراسة

تتمثل الحدود المكانية لمنطقة الدراسة بالحدود الإدارية لمحافظة صلاح الدين الواقعة في شمال العراق. إذ تحدها من الشمال محافظات نينوى وأربيل وكركوك، ومن الشرق محافظتا السليمانية وديالى، في حين تحدها من الجنوب محافظة بغداد، أما من الغرب فتجاورها محافظتا نينوى والأنبار. أما من الناحية الفلكية، فتقع المحافظة بين دائرتي عرض (٣٣°، ٢١′٢٣″) و(٣٣°، ٣٥′٤١″) شمالًا، وبين خطي طول (٤٤°، ٥٩′١١″) و(٤٢°، ٣٢′١٦″) شرقًا، كما هو موضح في الخريطة رقم (١).

خريطة (١) موقع محافظة صلاح الدين بالنسبة للعراق وتقسيماتها الإدارية



المصدر: اعتماداً على: جمهورية العراق، الهيئة العامة للمساحة، خريطة العراق الإدارية بمقياس ١١٠٠٠٠٠٠١ومخرجات برنامج نظم المعلومات الجغرافية (ARC GIS 10.8) لعام٢٠٢٥.

المبحث الأول: نبذة تاريخية لصناعة تعبئة المياه

يرجع اهتمام الإنسان بنوعية الماء الذي يشربه إلى آلاف السنين. ونظرًا لمحدودية المعرفة في تلك العصور بالأمراض ومسبباتها، فقد اقتصر اهتمام الناس بالماء على مظهره الخارجي من حيث اللون والطعم والرائحة. لذلك كان الإنسان يعتبر الماء العكر أو ذا الطعم والرائحة الكريهين ماءً غير صالح للشرب ويشكل خطرًا على الصحة ولضمان الحصول على مياه أنقى، استخدم الإنسان منذ القدم بعض الطرق البدائية لمعالجة المياه، مثل الغليان والترشيح والترسيب، كما أضاف أحيانًا بعض الأملاح أو المواد الطبيعية لتحسين جودة المياه. وقد دلت الكتابات والوثائق التاريخية، خاصةً اليونانية منها، على معرفة الإنسان بهذه الأساليب منذ ما يقارب أربعة آلاف عام قبل الميلاد، مما يعكس الوعي المبكر بأهمية المياه النظيفة للحياة والصحة العامة(السعيدان،٢٠١٥، ٦٧) . تُعد تعبئة المياه من الصناعات الحديثة والمتطورة التي شهدت نموًا ملحوظًا على مستوى العالم خلال العقود الأخيرة. وتشمل المياه المعبأة أنواعًا متعددة، منها: مياه الشرب العادية، والمياه الغازية، والمياه المقطرة، ومياه الينابيع، ومياه الآبار الارتوازية، وجميعها تُعبأ في عبوات بلاستيكية أو زجاجية بأحجام مختلفة تتراوح بين الصغيرة والمتوسطة والكبيرة لتلبية احتياجات المستهلكين المتنوعة. بدأت صناعة تعبئة المياه بالانتشار الواسع في العالم منذ بداية سبعينيات القرن العشرين، ومنذ ذلك الحين أخذت هذه الصناعة بالنمو والتوسع تدريجيًا حتى أصبحت من الأنشطة الاقتصادية المهمة في العديد من الدول. وقد ساهم انخفاض تكاليف الإنتاج وتطور تقنيات التعبئة والتغليف في زيادة انتشارها، سواء باستخدام منابع المياه المعدنية الطبيعية من باطن الأرض، أو من مصادر المياه المنزلية المعالجة.(الشمري، ٢٠١٧، ص٤٤١) .

وفي العراق، تشهد صناعة تعبئة المياه انتشارًا واسعًا وإقبالًا متزايدًا، إذ تمثل مصانع تعبئة المياه أكثر من ٥٠% من إجمالي منشآت الصناعات الغذائية، مما يجعلها من أكبر القطاعات الصناعية نموًا في البلاد. ويُعزى هذا التوسع إلى ارتفاع الطلب على المياه المعبأة نتيجة تغير أنماط الاستهلاك والمخاوف المتعلقة بنوعية مياه الشرب وتوافرها، فضلًا عن تطور الوعي الصحي لدى السكان، الأمر الذي جعل من هذه الصناعة عنصرًا اقتصاديًا واستراتيجيًا مهمًا في تأمين احتياجات المواطنين اليومية.(الشمري، المصدر السابق، ص٤٤١).

المبحث الثاني: طرق تعقيم مياه الشرب المعبأه

تُعدّ عملية تعقيم مياه الشرب خطوة أساسية ومهمة ضمن مراحل المعالجة الرئيسة للمياه، وتُنفّذ هذه العملية في محطات تعقيم كبيرة منتشرة في مختلف المناطق. كما تُجرى معالجات ثانوية إضافية في المصانع المتخصصة بإنتاج مياه الشرب المعقمة والمعبأة لضمان جودتها وسلامتها للاستهلاك

البشري(عبدالله، ١٩٩٧، ص١). إلى جانب المعالجات المنزلية التي تتم باستخدام فلاتر التصفية والتنقية الحديثة المرتبطة بأجهزة كهربائية، برزت الحاجة الماسة إلى تعقيم المياه نتيجة انتشار التلوث البيئي على نطاق واسع، مما جعل السيطرة عليه أمرًا صعبًا. وقد استخدمت في بعض المناطق، وبشكل محدود وعلى فترات متباعدة، أساليب تقليدية لمعالجة المياه مثل الغليان، والترشيح، والترسيب، واستخدام بعض الأملاح كالشب وغيرها.إلا أن أغلب المناطق ما زالت تفتقر إلى وحدات معالجة متطورة، وتعتمد بصورة أساسية على وحدات المعالجة التقليدية التي تركز على إزالة ثلاثة أنواع رئيسة من الملوثات، وهي: المواد العالقة، والمواد العضوية، والكائنات الحية المجهرية المسببة للأمراض. ومع تزايد الكثافة السكانية وتوسع الأنشطة الصناعية والزراعية، ازدادت الحاجة إلى تطوير تقنيات معالجة المياه لتشمل مراحل أكثر تقدماً، مثل التعقيم بالأشعة فوق البنفسجية، والاستخدام الآمن للكلور، وتقنيات الأغشية الدقيقة، وذلك لضمان الحصول على مياه شرب آمنة وصحية تلبي المعايير البيئية العالمية(سماكة، WWW.pdffactory.com) .

هناك طريقتان لتعقيم المياه قبل عملية تعبئتها في العبوات البلاستيكية هما(اليساري، ٢٠١٢، ص١٠٢):

١-الطريقة الفيزيائية وتشمل

أ- الترشيح : تُجرى عملية الترشيح باستخدام الفلاتر الرملية التي تعمل على إزالة نسبة مرتفعة من الكائنات الحية الدقيقة، قد تصل إلى أكثر من ٩٠%. كما تُستخدم في المنازل فلاتر كهربائية ذات كفاءة عالية، تساهم في منع مرور الكائنات المجهرية عبر المسامات الدقيقة الموجودة داخلها، مما يضمن الحصول على مياه شرب نقية وآمنة للاستهلاك البشري.

عملية الترشيح، تمر المياه خلال وسط ترشيحي لإزالة الجسيمات العالقة التي لم يتم إزالتها بالترسيب. توجد أساليب مختلف للترشيح ومنها بناء طبقة من الجسيمات الصغيرة العالقة (Particulate) علي سطح الوسط الترشيحي، والتي تعمل كذلك كوسط ترشيحي، وهذه هي لمرشحات الرملية البطيئة. والنوع الثاني هو الذي يمكن هذه الجسيمات لعالقة من التسرب في الوسط الترشيحي، حيث تحتجز الجسيمات العالقة وهذه هي المرشحات الرملية السريعة. تستخدم المرشحات البطيئة في لتصرفات الصغيرة، وهي تزيل الملوثات من البكتريا والفيروسات والفطريات والطحالب، والتي تحتجز علي السطح العلوي للوسط الترشحيي حيث يتم إزالتها واستبدالها بطبقة رمال نظيفة؛ للمحافظة علي تدفقات المياه في المرشح(خليل،٢٠٠١، ص٢٧).

ب- الغلي : ان عملية غلي الماء لمدة (١٥-٢٠) دقيقة كفيلة بقتل الميكروبات الموجودة فيه، حيث تؤدي درجات الحرارة المرتفعة إلى تبديد البكتيريا والفيروسات وإزالة جميع الشوائب من الماء، وتمتاز هذه الطريقة بسهولة الاستخدام المنزلي؛ ولكنَّها من الناحية الاقتصاديةِ تعتبرُ طريقةً غيرَ فعالة؛ نظراً لحاجة عزل الماء عن الوسط المحيط بعد عملية التعقيم. من أبرز سلبيات هذه الطريقة أن الماء المغلي لا

يحتفظ بصفته المعقمة بعد أن يبرد، ما لم يُحفظ في أوعية محكمة الإغلاق وبعيدة عن مصادر التلوث المختلفة. إضافةً إلى ذلك، تُعدّ هذه الطريقة مرتفعة التكلفة عند تطبيقها على النطاق الصناعي، مما جعل استخدامها يقتصر على المجال المنزلي فقط (إبراهيم، ٢٠١٠، ص٧١) .

٢- الطريقة الكيميائية

تعد الطريقة الكيميائية هي احدى الطرق المستخدمة في مصانع تعبئة المياه في محافظة صلاح الدين حيث تستخدم هذه الطريقة في مصنع المازن ومصنع السهل الربيع و تعتمد هذه الطريقة على إضافة مواد مثل الكلور أو ثاني أكسيد الكلور أو الأوزون، وتُعد هذه الطريقة مهمة في منطقة الدراسة، نظرًا لكفاءتها العالية وإمكانية تطبيقها على نطاق واسع وبشكل اقتصادي في ظروف متنوعة.تُضاف هذه المواد عادة بعد إزالة جميع المواد العالقة والشوائب من المياه، وغالبًا في نهاية مراحل الترشيح أو المعالجة لضمان فعالية التعقيم. ويُعتبر الكلور ومركباته من أكثر المواد الاقتصادية وسهولة في الاستخدام، كما يُسهم أيضًا في تحسين طعم المياه وصفائها، خاصة في الحالات التي ترتفع فيها أعداد الكائنات الدقيقة مثل البكتيريا والفيروسات(خليل،٢٠٠١، ص١٤٠). يُعد الأوزون عاملًا مؤكسدًا قويًا وفعالًا في تعقيم مياه الشرب، حيث يمتلك قدرة عالية على القضاء على الميكروبات والكائنات الدقيقة دون أن يترك طعمًا أو رائحة مزعجة، ويتميز كونه غازًا قابلًا للذوبان بسهولة في الماء. عند استخدام الأوزون، يُراعى إضافة كميات محدودة بعناية لتجنب التأثير على خصائص الماء الحسية مثل الطعم والرائحة.

من أبرز القيود المتعلقة بهذه الطريقة أن الأوزون لا يوفر حماية طويلة الأمد، إذ يتحلل بسرعة في الماء خلال مدة لا تتجاوز ٣٠ دقيقة ليصبح أكسجينًا، ما يقلل من فعاليته في الوقاية المستمرة. لذلك يُستخدم الأوزون عادة لمعالجة كميات كبيرة من المياه، مثل مياه الشرب العامة وحمامات السباحة، كما يُستعمل أحيانًا لتعقيم المياه المعبأة في عبوات مختلفة، بما في ذلك المناطق المشمولة بالدراسة.

وتجدر الإشارة إلى أن الأوزون يُعد خيارًا مفضلًا في الحالات التي تتطلب تعقيمًا سريعًا وفعالًا للكائنات الدقيقة المقاومة للكلور، مثل بعض البكتيريا والفيروسات، إضافة إلى دوره في إزالة الروائح واللون غير المرغوب فيه من المياه، مما يساهم في تحسين جودتها العامة وصلاحيتها للاستهلاك البشري.

المبحث الثالث : خصائص المياه

الماء هو مركب شفاف عديم اللون والطعم والرائحة، يوجد في الطبيعة بثلاث حالات هي: السائلة، والصلبة، والغازية. ويتكوّن من ذرتي هيدروجين وذرة أكسجين (H_2O)تتعرض المياه في الطبيعة لخطر التلوث عندما ترتفع نسبة المكونات الطبيعية أو غير الطبيعية فيها عن حدودها المقبولة، مما يؤدي إلى تأثيرات سلبية على النظم البيئية التي يُعد الإنسان جزءًا أساسيًا ومهمًا منها. ويُعزى جزء كبير من هذه التأثيرات إلى الأنشطة البشرية المباشرة وغير المباشرة (الصائغ، ٢٠١١، ص ١١٣).

جدول (١) صناعة مياه الشرب حسب التصنيف الدولي Isic المعدل لسنة ٢٠١٤

الباب	الفصل	الفرع	نوع النشاط
١١	١١٠	-	انتاج وتعبئة المياه
-	-	١١٠٤٢١	انتاج وتعبئة المياه المعدنية بالموقع
-	-	١١٠٤٢٢	النتاج وتعبئة المياه النقية المفلترة
-	-	١١٠٤٢٩	أنشطة أخرى متعلقة بإنتاج وتعبئة المياه
-	-	١١٠٤٩٠	أنشطة أخرى لصناعة المشروبات والمياه المعدنية والغازية

المصدر : محمد أزهر سعيد السماك، وعباس علي التميمي، أسس جغرافية الصناعة وتطبيقاتها،الموصل، مطابع جامعة الموصل، ١٩٨٧، ص ٩٠.

لقد أسهم التطور التكنولوجي خلال القرن الماضي بشكل كبير في زيادة الطلب على المياه لاستخدامها في مختلف الأغراض، وما ينتج عن ذلك من مخلفات. إذ يؤدي تصريف الفضلات الصناعية والمنزلية في المجاري المائية الطبيعية كالأنهار والبحيرات إلى تحويلها إلى مستودعات للمياه الملوثة والراكدة ذات الروائح الكريهة. كما يسهم استخدام الأسمدة الكيميائية في الأنشطة الزراعية المختلفة في إحداث تغييرات في الخصائص الفيزيائية والكيميائية للأنظمة المائية(موسى، ٢٠٠٦، ص٣٠٢) وعليه، فإن تحليل المياه من الناحية الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية يُعد خطوة أساسية لضمان الحصول على مياه نقية خالية من الشوائب والفيروسات المسببة للأمراض، بحيث تكون ضمن الحدود والمعايير المسموح بها. ويعرض الجدول (٢) الحدود المقبولة للخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه الشرب وفقًا للمعايير المعتمدة.

ومن اهم خصائص المياه فهي :

جدول (٢) الحدود المقبولة للخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه الشرب بالمعيار العراقي ومنظمة الصحة العالمية

الخاصية	وحدة القياس	محددات البيئة العراقية الحدود العليا المسموح بيها	محددات منظمة الصحة العالمية (WHO) المسموح بها
العكورة	NTU	5	5
درجة الحرارة	درجة مئوية	35	35
المواد الذائبة الكلية T.D.C	ملغم / لتر	1000	1200
التوصيل الكهربائية EC	مايكروسنيز / سم	2000	2000
الاس الهيدروجين	-	8.5-6.5	8.5-6.5
العسرة الكلية T.H	ملغم/ لتر	500	500
الكالسيوم Ca	ملغم / لتر	150	200
المغنسيوم Mg	ملغم / لتر	100	150
الكلوريد CL	ملغم / لتر	350	250
الكبريتات SO4	ملغم / لتر	400	400
النترات NO3	ملغم / لتر	15	40-30
العدد الكلي للبكتريا	خلية / مل	100	100
العدد الكلي للاشريشيا القولونية	خلية / 100 مل	صفر	صفر
الكلور المتبقي	ملغم/ لتر	2.5-0.5	0.5-0.2

المصدر: وزارة الصحة والبيئة العراقية , قسم الرقابة الصحية , صلاح الدين, بيانات غير منشورة لعام ٢٠٢٠

١-الخصائص الفيزيائية :

تتمثل الخصائص الفيزيائية للمياه في درجة الحرارة، واللون، والطعم، والرائحة، والعكورة، ويمكن توضيحها على النحو الآتي:

أ- درجة الحرارة: تُعَدّ درجة الحرارة أحد العوامل الفيزيائية المهمة التي تؤثر بشكل كبير في العمليات الأيضية لدى مختلف الكائنات الحية، كما تسهم في تحديد سرعة التفاعلات الكيميائية وتؤثر في قدرة الماء على إذابة الغازات مثل الأوكسجين وثاني أكسيد الكربون، الأمر الذي ينعكس على خصائصه الطبيعية(الحمزاوي، ٢٠١٥، ص١٢٧). فارتفاع درجة الحرارة يؤدي إلى نقصان نسبة ذوبان غاز الأوكسجين في الماء واستهلاكه، فضلًا عن أن ارتفاع درجة حرارة الماء يؤدي إلى إذابة الكثير من المواد الصخرية ببعضها، والتي قد تكون ذات خصائص علاجية، وبعضها قد يكون ضارًا بصحة الإنسان، لذا لابد من معالجتها(عابد، ٢٠٠٣، ص٣٠).

ب- اللون والطعم والراحة : تُعدّ مياه الشرب عديمة اللون وشفافة بطبيعتها، إلا أنها عُرضة للتلوث نتيجة وجود مواد عضوية وغير عضوية على شكل مواد مذابة أو عالقة، فضلًا عن المخلفات الناتجة عن العمليات الصناعية التي تُضيف إلى الماء مواد ذائبة أو معلقة تؤثر في خصائصه.

وتمتاز مياه الشرب النقية بخلوّها من الطعم والرائحة، غير أن وجود بعض المواد العضوية أو غير العضوية، أو الكائنات الحية الدقيقة مثل الطحالب والبكتيريا، قد يؤدي إلى ظهور طعم أو رائحة غير مرغوبة. فعلى سبيل المثال، إذا احتوت المياه على كبريتيد الهيدروجين، فإنها تكتسب رائحة تشبه رائحة البيض الفاسد. وقد حُدّدت الحدود المقبولة للخصائص الفيزيائية والكيميائية لمياه الشرب وفقًا للمعيار العراقي، كما وضعت منظمة الصحة العالمية معاييرها الخاصة لجودة مياه الشرب(إبراهيم، ٢٠٠٩، ص٧١).

د- المواد الصلبة: يُقصد بها المواد الذائبة في المياه تلك المواد التي تمر عبر المرشّحات وتشمل جميع الأملاح الذائبة فيها. وتُعدّ المواد غير العضوية المصدر الرئيس لهذه المواد، ومن أبرزها المغنيسيوم والكالسيوم والصوديوم والكلوريد والبيكربونات وغيرها. وتؤثر هذه الأملاح في طعم الماء، إذ قد تُكسبه مذاقًا غير مستساغ، كما يزداد تركيزها في مياه الشرب نتيجة استخدام المواد الكيميائية وذوبان المعادن المكوّنة لأنابيب نقل المياه(الفرحان، ٢٠٠٣، ص٢٨٨).تمتاز مياه الشرب النقية بانخفاض تركيز المواد الصلبة فيها، إذ إن ارتفاع تركيز هذه المواد عن الحدود التي حددتها منظمة الصحة العالمية، والتي تتراوح بين (٢٥٠-٧٥٠) ملغم/لتر، يجعل المياه سامة وغير صالحة للاستهلاك البشري(شواهين، ٢٠٠٩، ص١٢).

المبحث الرابع: المراحل الاولية لصناعة المياه الصحية المعبأة في محافظة صلاح الدين

من خلال الدراسة الميدانية لمصانع تعبئة المياه الصحية في منطقة الدراسة، تبيَّن أن عملية إنتاج المياه المعبأة تتم عبر سلسلة من العمليات المتواصلة، باستخدام مكائن مترابطة يتم وصلها بأحزمة نقل،

مما يجعل سير العمل مستمراً وسريعاً وميكانيكياً بشكل تلقائي تبدأ العملية بتزويد المكائن بالماء، والعبوات البلاستيكية، والسدادات، والملصقات التجارية من جهة، لينتهي خط الإنتاج بإخراج المنتج النهائي جاهزاً للتوزيع من جهه أخرى ويمكن تقسيم هذه العمليات إلى عدة مراحل متتابعة، على النحو الآتي(مقابلة شخصية بتاريخ ١٥/١٠/٢٠٢٥.)

1-صناعة التعليب:

تتم هذه العملية بواسطة ماكينة تُعرف باسم الكابسة النافخة الحرارية، حيث تُغذَّى بألواح البلاستيك من نوع .(PET) تقوم الماكينة بوضع اللوح البلاستيكي فوق قالب مُصمَّم بشكل وحجم العلبة المطلوبة، ثم تُسَلِّط عليه حرارة وهواءً مضغوطاً لجعل البلاستيك ليناً وقابلاً للتشكيل، فيأخذ شكل القالب ويتحول إلى علب متكاملة ومصفوفة. بعد ذلك، تُنقل هذه العلب بواسطة حزام ناقل إلى ماكينة التعبئة. ومن خلال ملاحظة الجدول (3) الذي يوضح أحجام إنتاج العلب في مصانع تعبئة المياه الصحية في محافظة صلاح الدين، يتبين أن هذه المصانع تنتج عبوات متعددة الأحجام، منها ١٧٠مل،١٨٠مل، ٥٠٠مل، ٢٠لتر. وسوف نتناول هذه الأحجام بالتفصيل وفقاً للمصانع المنتجة لها.

جدول (3) احجام العبوات البلاستيكية المستخدمة للتعبئة في مصانع انتاج المياه الصحية المعبأه في محافظة صلاح الدين لعام ٢٠٢٥

الوحدة الإدارية	اسم المصنع	الموقع	اسم المنتج	حجم العبوة
تكريت	مصنع القطرة الصافية	الحي الصناعي	القطرة الصافية	170ملم
تكريت	مصنع المازن	القادسية	المازن	20 لتر
الطوز خورماتو	مصنع لارسا		لارسا	180/ 20 لتر
سامراء	مصنع نبع النيل	الحي الصناعي	سما النيل	180ملم/500ملم
سامراء	مصنع العين السحرية	الحي الصناعي	العين السحرية	180ملم/ 500ملم/ 20لتر
سامراء	مصنع سهل الربيع	حي القلعة	سهل الربيع	20 لتر
بلد	مصنع ريتاج	شارع المعارض	ريتاج	170ملم/ 500ملم 20 /لتر
بلد	مصنع عالم جديد	الحي الصناعي	عالم جديد	180ملم/ 20 لتر
بلد	مصنع بلد الهادي	شارع الامام	بلد الهادي	180ملم/20 لتر

المصدر :الدراسة الميدانية للمدة (١٥/١٠/٢٠٢٥-٢٥/١٢/٢٠٢٥)

ان من اهم المصانع التي تنتج عبوات ذات الحجم 170مل هي مصنع ريتاج ومصنع القطرة الصافية، اما العبوات ذات الحجم 180مل حيث يتضح أن غالبية مصانع منطقة الدراسة تُنتج العبوات ذات الحجم 180 ملم، ومن أبرز هذه المصانع: ، بلد الهادي ، وعالم جديد ، العين السحرية ، سما النيل ، لارسا، أما العبوات ذات الحجم 500 ملم، فإنها تصل من مصدرها الرئيسي على شكل أمبولات صغيرة، تُدخل إلى ماكينة تصنيع خاصة، حيث توضع في قوالب محددة وتُعرض للهواء الساخن تحت

ضغط معين، مما يجعل الأمبولات تأخذ شكل القالب. بعد ذلك، تُنقل العبوات إلى ماكينة التعبئة.وتشمل المصانع التي تُنتج هذا النوع من العبوات: ريتاج ، بلد الهادي ، العين السحرية ، سما النيل، عالم جديد،

أما العبوات ذات الحجم 20 لتر، فهي تصل جاهزة من المصدر، وتُستخدم مباشرة في عمليات التعبئة دون الحاجة إلى تشكيل أو تصنيع إضافي. ومن اهم المصانع التي تنتج عبوات ذات حجم 20لتر هي المازن، سهل الربيع، ريتاج، عالم جديد، العين السحرية، سما النيل.

فضلًا عن ذلك، فإن صناعة العبوة المناسبة والجيدة تتطلب معرفة واسعة بطبيعة الخامات الداخلة في تصنيعها، وخصائصها، ومدى مقاومتها للعوامل المؤثرة مثل الضوء والحرارة، بالإضافة إلى قدرتها على تحمل ظروف النقل والتداول. كما يجب أن تراعي مدى تقبّل المستهلك للعبوة في السوق المحلي، خاصة في ظل المنافسة مع منتجات المنشآت الأخرى.

ويتضح أن بعض الأمبولات تُستورد من الدول المجاورة للعراق مثل إيران، المملكة العربية السعودية، وتركيا، بالإضافة إلى دول أخرى منتجة مثل الصين ودولة الإمارات العربية المتحدة. كما يتم شراء جزء من هذه الأمبولات من مصانع محلية متخصصة، مثل مصانع لار، الدلو، وهادي، التي تقوم بتوريدها وتجهيز مصانع المياه بها.إلى جانب ذلك، هناك مصانع تستورد الأمبولات من محافظات عراقية أخرى، وتحديدًا من محافظة بابل عبر أمبولات مصانع "المتحدة"، ومن محافظة ميسان عبر أمبولات مصانع لوكر(مقابلة شخصية (٢٠٢٥/١١/٢/٢٦)

ويُلاحظ أن حجم الإنتاج يختلف من مصنع إلى آخر بحسب متطلبات السوق المحلي. كما يتضح من الجدول (٣) أن أغلب مصانع تعبئة المياه في محافظة صلاح الدين تستخدم الأمبولات ذات الأحجام التالية: 180 ملم ، 200ملم ، 500ملم، 20 لتر.

2- مرحلة التشكيل

في هذه المرحلة، تُدخل الأمبولات إلى آلة تُعرف باسم (آلة الحقن)، وهي عبارة عن فرن حراري مزوّد بعدد من القوالب التي تُحدد الشكل النهائي للعبوة. بفعل الحرارة المرتفعة والضغط الهوائي، تتحول الأمبولات إلى مادة سائلة قابلة للتشكيل. يُضخ الهواء داخل هذه المادة، مما يؤدي إلى تمددها داخل القوالب واكتسابها الشكل المطلوب. بعد اكتمال التشكيل، تُنقل العبوات الناتجة عبر ناقل هوائي يعمل بالضغط، لتصل مباشرة إلى خط سير التعبئة(الحسن، ٢٠١٥، ص٣) ينظر صورة(١)

صورة (١) حجم امبولة سعة ٥٠٠ قبل دخولها اله الحقن في مصنع ريتاج

المصدر :الدراسة الميدانية للمدة (٢٠٢٥\١١٠\١١٥-٢٠٢٥\١٢\١٢٥)

٣- مرحلة الشطف

بعد الانتهاء من عملية التشكيل، تمرّ العبوات الفارغة عبر آلة مزودة بمرشّات، يحتوي كل مرشّ منها على ملاقط تعمل على قلب العبوات ورشّ الماء النظيف داخلها لشطفها جيدًا. بعد ذلك، تُعاد العبوات إلى وضعها الطبيعي لتُرسل مباشرة إلى آلة التعبئة. انظر الصورة (٢).

صورة (٢) ماكينة غسل وتعقيم عبوات سعة ٢٠ لتراً في مصنع العين لإنتاج المياه

المصدر :الدراسة الميدانية للمدة (٢٠٢٥\١١٠\١١٥-٢٠٢٥\١٢\١٢٥)

٤- تنقية وتعقيم المياه

تتم هذه العملية ضمن منظومة تُعرف باسم "منظومة الرشح العكسي Reverse) Osmosis System)، حيث يُسحب الماء من خزانات مخصصة داخل كل مصنع تُملأ مسبقًا بمياه شبكة الإسالة.ثم يُرشّح الماء عبر مجموعة من الفلاتر التي تعمل على إزالة العوالق والمواد الكيميائية الزائدة

والأملاح، فيما يُعرف بعملية "الرشح العكسي.(Reverse Osmosis) بعد ذلك، يُعقّم الماء باستخدام غاز الأوزون (O_3)داخل خزان خاص يُخلط فيه الماء مع الغاز المُنتج بواسطة جهاز تحليل كهربائي مخصص. ثم يُنقل الماء المعقّم إلى خزان الخلط، ومنه عبر أنبوب مخصص إلى ماكينة التعبئة(محسن، ٢٠١٥، ص٢٣). ينظر صورة (٣).

صورة (٣) تنقية المياه والخزن شركة العين لانتاج المياه الصحية

المصدر :الدراسة الميدانية للمدة (٢٠٢٥\١٠\١١٥-٢٠٢٥\١٢\١٢٥)

٤- مرحلة التعبئة :

تحتوي آلة التعبئة على صمامات مزودة بحسّاسات خاصة تستشعر وجود العبوات، فتقوم بسحب العبوة الفارغة وإدخالها في أنبوب التعبئة، حيث يتم ضخّ الماء داخل العبوة وعند وصول الماء إلى مستوى معين يتناسب مع حجم العبوة، تتوقف عملية التعبئة تلقائيًا(العبيدي، ٢٠١٦،ص ٣٨)، ثم تُوضع على حزامٍ ينقلها إلى آلة وضع السدادات. انظر الصور(٤)

صور(٤) ماكنة تعبئة الفلر شركة سما النيل

المصدر :الدراسة الميدانية للمدة (٢٠٢٥\١٠\١٥-٢٠٢٥\١٢\٢٥)

٥- مرحلة وضع السداد (اغلاق العلب) :

تقوم الماكينة في هذه المرحلة بإمساك العلبة وتثبيت السداد (الغطاء) عليها، ثم تقوم بتدويره في اتجاه الشقوق الحلزونية الموجودة في كل من العلبة والسداد، بحيث تتداخل الشقوق مع بعضها لتأمين الإغلاق بإحكام. بعد ذلك، تمر العبوات أمام العامل المسؤول عن فحص جودة الإغلاق والتأكد من عدم وجود عبوات غير محكمة الإغلاق أو غير مطابقة للمواصفات، حيث يقوم بعزلها فوراً عن خط الإنتاج لضمان جودة المنتج النهائي.ينظر صورة (٥).

صورة (٥) ماكنة الاغلاق شركة العين السحرية

المصدر :الدراسة الميدانية للمدة (٢٠٢٥\١٠\١٥-٢٠٢٥\١٢\٢٥)

٦- مرحلة وضع الليبل (الملصق التجاري)

يتكوّن الليبل من شريط بلاستيكي رقيق يحتوي على العلامة التجارية، ومكونات المنتج، ومكان وتاريخ التصنيع، وتاريخ انتهاء الصلاحية.تقوم ماكينة خاصة بوضع هذا الليبل على العلب وتثبيته بواسطة الكبس الحراري.

في العلب ذات السعة 500مل، يكون الليبل محيطاً بالعلبة من منتصفها، وغالباً ما يُصنع من مادة النايلون.أما العلب ذات السعة 200مل بحسب نوع المصنع، فيُصنع الليبل من رقائق الألمنيوم الرقيقة، ويكون بمثابة سداد للعلبة، حيث تُذكر عليه معلومات عن نوعية المياه والاسم التجاري باللغتين العربية والإنجليزية.ونظراً لأن هذه العلب تكون على شكل قدح (كوب)، يُوضع الليبل على فوهتها ويُثبَّت بالكبس الحراري ليعمل كسداد محكم.

بعد ذلك، تقوم الماكينة بتقطيع الألواح وفصل العلب عن بعضها وفق قياسات دقيقة.أما العلب الكبيرة ذات السعة 20لتراً، فيكون الليبل على شكل قطعة من الورق المقوّى اللاصق أو النايلون الشفاف، ويُثبَّت حول العبوة بطريقة مناسبة تضمن وضوح المعلومات وثباتها. ينظر صورة (٦).

صورة (٦) وضع الليبل الملصق شركة العين السحرية

المصدر :الدراسة الميدانية للمدة (٢٠٢٥\١١\١٥-٢٠٢٥\١٢\٢٥)

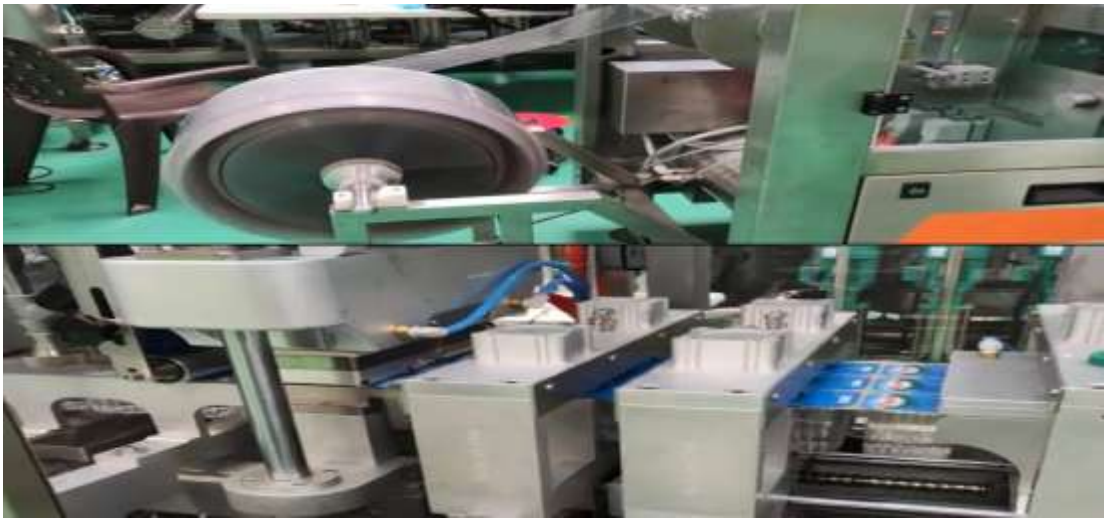
٧- مرحلة التغليف

في هذه المرحلة يتم تغليف العبوات بعدد محدد، ويختلف نوع وطريقة التغليف بحسب حجم العلبة ونوع المنتج. بالنسبة للعبوات ذات السعة 20لتراً، تُغلف كل عبوة على حدة باستخدام كيس من النايلون لحمايتها من الأتربة والعوامل الخارجية. أما العبوات ذات السعة 500مل، فيتم تجميع ١٢ علبة معاً وتغليفها بشريط من مادة النايلون "ستريتش" بواسطة ماكينة التغليف، لتُشكّل حزمة واحدة متماسكة.

بعد ذلك، تُنقل هذه الحزم إلى منطقة التخزين حيث تُرتب على المنصات (السكيبات) وتُغلف مجدداً بنايلون شفاف تمهيداً لعملية التسويق.وبالنسبة للعبوات الصغيرة ذات السعة 200مل، تقوم ماكينة

خاصة بوضع ٦٠ علبة في صندوق كرتوني يتم إغلاقه بإحكام بشريط لاصق، ليصبح جاهزاً للتخزين والتسويق. ينظر صورة (٧)

صورة (٧) ماكنة التغليف في شركة القطر الصافية



المصدر :الدراسة الميدانية للمدة (١٥\١٠\٢٠٢٥-٢٥\١٢\٢٠٢٥)

٨- تخزين المنتج

يمكن تعريف التخزين بأنه عملية الاحتفاظ بالمواد أو المنتجات لحين الحاجة إليها، أي حفظها لفترة زمنية معينة مع المحافظة على حالتها الأصلية ومنع تعرضها للتلف أو التغيير في المواصفات، وذلك من خلال توفير المكان المناسب والمهيأ لعملية الخزن.

ويجب أن تتوفر في المخزن الشروط التالية:

١. أن تكون أرضية المخزن من الخرسانة المسلحة أو من أرضية الإيبوكسي الصناعية المتينة.
٢. أن تكون إضاءة المخزن كافية مع توفير ساحبات هواء لضمان التهوية الجيدة.
٣. يجب أن يتم تخزين العبوات بطريقة منظمة وبأحجام مناسبة، مع ترك فواصل (ممرات) بين مجموعات المنتج لتسهيل عمليات التداول، والتحميل، والتفريغ.
٤. يمنع وضع عبوات المياه مباشرة على الأرض، ويجب وضعها فوق قوائم خشبية أو معدنية أو بلاستيكية (سكيبات) بحيث تُرفع عن مستوى الأرض بما لا يقل عن 15سم.
٥. لا يجوز التخزين في العراء خارج المخازن إطلاقاً.

يتم تخزين منتج المياه الصحية المنتَج في المصانع داخل مخازن مجهزة بسقوف عازلة لأشعة الشمس، ومعدة مسبقاً لغرض التسويق، يُنقل المنتج خصوصاً العبوات ذات السعة 180مل إلى المخزن باستخدام الرافعات الشوكية أو الأيدي العاملة، ليُرتب بصورة منتظمة وبكميات تتناسب مع إنتاجية المصنع. ينظر صورة (٨). وتُطبَّق عملية الخزن بالطريقة نفسها على منتج المياه المعبأة بسعة ٥٠٠ مل، والتي تقوم المصانع والشركات المنتجة للمياه الصحية بتخزينها داخل مخازنها في محافظة صلاح

الدين يتم ترتيب العبوات بشكل عمودي ومنسق لضمان حماية المنتج من التلف والحفاظ على جودته حتى موعد تسويقه.

صورة (٨) طريقة التخزين في شركة سما النيل لانتاج المياه المعدنية

المصدر :الدراسة الميدانية للمدة (٢٠٢٥\١٠\١١٥-٢٠٢٥\١٢\١٢٥)

أما المنتج ذو السعة 20لتراً، فيُنقل إلى المخازن حيث يتم توزيعه بشكل أفقي وفقاً للكميات المنتَجة في المصانع، وبطريقة انسيابية ومنظمة تهدف إلى تسهيل عملية التسويق لاحقاً. ينظر صورة (٩).

صورة (٩) تخزين المنتج حجم (٢٠) لتر في مخازن شركة المازن

المصدر :الدراسة الميدانية للمدة (٢٠٢٥\١٠\١١٥-٢٠٢٥\١٢\١٢٥)

أولًا: الاستنتاجات

١- تبين أن صناعة تعبئة المياه تُعد من الصناعات الحديثة التي شهدت تطورًا واضحًا في تقنياتها ومفاهيمها، وأصبحت تلعب دورًا مهمًا في توفير مياه شرب آمنة للسكان.

٢- أظهرت الدراسة أن اعتماد المصانع على تقنيات متقدمة مثل التناضح العكسي والأوزون والكلور ساهم بشكل كبير في تحسين جودة المياه وإزالة الملوثات المختلفة.

٣- اتضح أن عملية إنتاج المياه المعبأة تمر بسلسلة متكاملة من المراحل الصناعية المترابطة التي تبدأ بتصنيع العبوات وتنتهي بالتخزين والتوزيع.

٤- بينت النتائج أن هناك تباينًا في كفاءة وأحجام الإنتاج بين مصانع تعبئة المياه في محافظة صلاح الدين نتيجة اختلاف الإمكانات التقنية والاقتصادية.

٥- أظهرت الدراسة أن هذه الصناعة تواجه بعض التحديات المتعلقة بالتكلفة التشغيلية وتوفر المواد الأولية والالتزام بالمعايير الصحية المستمرة.

ثانياً: المقترحات

١- ضرورة تطوير البنية التحتية للمصانع واعتماد تقنيات حديثة أكثر كفاءة في عمليات التنقية والتعقيم لضمان جودة أعلى للمياه المنتجة.

٢- تعزيز الرقابة الصحية والبيئية على مصانع تعبئة المياه بشكل دوري للتأكد من التزامها بالمعايير المحلية والعالمية.

٣- دعم هذا القطاع صناعياً واقتصادياً من خلال تشجيع الاستثمار وتقديم التسهيلات اللازمة لتطوير خطوط الإنتاج.

٤- الاهتمام بتأهيل وتدريب الكوادر العاملة في مصانع المياه لرفع كفاءتها في تشغيل وصيانة الأجهزة الحديثة.

٥- إجراء دراسات مستقبلية أوسع تشمل مقارنة بين المحافظات أو بين الإنتاج المحلي والمستورد لتقييم واقع الصناعة بشكل أدق.

References

1. Ibrahim, Islam Mahmoud, Water Tests and Specifications, Arab Society for Printing and Publishing, Jordan, 2010.
2. Ibrahim, Islam Mahmoud, Water Purification Works, Arab Society for Printing and Publishing Library, Jordan, 2009.
3. Al-Tamimi, Abbas Ali, Industrial Growth in the Arab World, First Edition, University of Mosul, College of Education, Department of Geography, Mosul, 1985.
4. Al-Hamzawi, Yasmin Naeem Jassim, Spatial Analysis of Human Activities and Their Impact on the Pollution of the Shatt al-Daghara, Master's Thesis (Unpublished), College of Arts, Al-Qadisiyah University, 2015.
5. Khalil, Muhammad Al-Sayed Ahmed, Laboratory Analysis of Water and Its Treatment, Scientific Book House, Cairo, 2002.
6. Al-Zubaidi, Helen Jaber Shallal, Urban Expansion and its Impact on the Production and Consumption of Potable Water in the City of Diwaniyah, Master's Thesis (unpublished), Department of Geography, College of Arts, Al-Qadisiyah University, 2017.
7. Sameh Gharaibeh, Yahya Al-Farhan, Introduction to Environmental Sciences, Dar Al-Shorouk, First Edition, Amman, 2003.
8. Al-Saidan, Rand Adnan Diwan, The Water Purification and Desalination Industry in Basra Governorate and its Future Prospects, Master's Thesis (unpublished), College of Education for Humanities, University of Basra, 2015.
9. Samaka Israa Saadi, Turbidity Measurement for Sterilization Efficiency of Alum Used in Drinking Water Treatment Plants in Babylon, research published online at www.pdffactory.com
10. Al-Shammari, Mahmoud Muhammad, and Ali Karim Al-Nasrawi, Spatial Variation of Drinking Water Bottling Plants in Al-Hilla District Using Geographic Information Systems, Journal of the College of Basic Education, University of Babylon, Issue (34), 2017.
11. Shawahin, Khair, Earth and Environmental Sciences of Air, Dar Al-Maysara for Publishing, Distribution and Printing, Second Edition, 2009.
12. Al-Saigh, Abdul-Hadi Yahya, and Arwa Shazil Taqa, Environmental Pollution, Al-Namouthajia Printing and Publishing House, Sidon - Beirut, 1st Edition, 2011.
13. Abed, Abdul Qader and Ghazi Safarini, Fundamentals of Ecology, Dar Wael for Printing and Publishing, Jordan, 2003.
14. Abdul Hassan, Najeh, Packaging of Food Products: Techniques, Resources, Waste Reduction, Recycling Methods, Arab and International Standards, League of Arab States, University Press, Cairo, 2015.
15. Abdullah Jamal, Sterilization of Drinking Water, Specialized Training Institute for Chemical Industries, Hashemite Kingdom of Jordan, 1st ed., 1997.
16. Obeid, Abbas Fadel. Spatial Analysis of the Bottled Water Industry in Hilla City, University of Kufa, College of Arts, Kufa Arts Journal, Issue 33, 2007.
17. Al-Ubaidi, Shaima Hussein Saleh, "Spatial Analysis of the Soft Drink Industry in Baghdad Governorate," Unpublished Doctoral Dissertation, Ibn Rushd College of Education, University of Baghdad, 2016.
18. Mohsen, Dunya Ibrahim, Spatial Relationships of Drinking Water Production and Consumption in Hilla City, Unpublished Master's Thesis, College of Education for Humanities, University of Babylon, 2015.
19. Personal Interview with the Director of Al-Qatra Al-Safiya Company, dated February 26, 2025.
20. Personal Interview with the Director of Ritaj Bottled Water Production Company, dated October 15, 2025.

21. Moussa, Ali Hussein, Environmental Pollution, Dar Al-Fikr Al-Mu'asir for Publishing and Distribution, Beirut, Second Edition, 2006.
22. Naji, Muhannad Hazem, and Ayad Ammar Sayhood, "Measuring the Chemical and Physical Properties of Some Bottled Mineral Water Samples Circulating in the Markets of Najaf Governorate and Comparing Them with Iraqi and International Standards," Iraqi Journal of Consumer Research and Protection, Volume 11, Issue 1, 2019.
23. Al-Yassari, Wamid Adel Kadhim Al-Yassari, "Environmental Assessment of Drinking Water Quality at the Al-Mahawil and Al-Hilla Water Treatment Plants in Babylon," Master's Thesis (unpublished), College of Science, University of Babylon, 2012.