دراسة أداء وواقع منظومات تحلية المياه في مدينة النجف الأشرف

محمد عبد المجيد عبد العباس

جامعة بابل/ كلية الهندسة

عقيل ماجد نجم , حيدر محمد صالح , عادل محمد محسن , حسين فليح معيبد

مدير بيئة النجف

الخلاصة

يهدف هذا البحث الى دراسة أداء وواقع منظومات تحلية المياه في مدينة النجف الأشرف و نوعية المياه المنتجة فيها من الناحيتين البايولوجية والكيميائية حيث جمعت النماذج من ثلاثة عشر موقعا" من أحياء مختلفة من مدينة النجف الأشرف للمياه الداخلة الى منظومات التحلية والمياه المنتجة منها ومياه التصريف من تلك المنظومات وتم فحص (46) نموذجا" بعضها فحص بايولوجيا" والبعض الآخر كيميائيا" في بداية عام 2012 .

أظهرت نتائج الدراسة أن ما نسبته 64% من المياه المجهزة بشبكة الإسالة كانت مياه فاشلة بالفحص البايولوجي وأن منظومات التحلية نجحت بنسبة 71% في معالجة المياه الفاشلة بايولوجيا" وأن المياه المنتجة من منظومات التحلية كانت بمواصفات عالية جدا" من الناحية الكيميائية .

Abstract

This research is to study the performance and reality of desalination systems of water in the holly city of Najaf and to evaluate the quality of water produced in which both biological and chemical in which collected samples of thirteen sites from different districts of Najaf city. 46 sample of the water interring the systems, produced water and drained water were examined some for biological and other are chemical at the beginning of the year of examin 2012.

The results showed that 64% of water samples equipped by water liquefaction were failed in biological examination and the samples of desalination systems were succeeded by 71% in water treatment and the desalination systems seam to produced water with very high standard in terms of chemical specifications.

مقـدمــة :

تعتبر الموارد المائية هي العصب الاساس المسيطر على كافة الفعاليات الحيوية الاقتصادية والاجتماعية والانمائية والبيئية لأي بلد في العالم وان شحتها او نقصانها يؤثر بشكل ملحوظ على كافة برامج ومشاريع التنمية في جميع مجالات الحياة. وتتشكل الموارد المائية عموما من مياه الانهار والبحيرات ومياه الامطار بالاضافة الى المكامن المائية من المياه الجوفية وفي بعض الدول تشكل المياه العادمة ومياه البحار مصدرا اخر للموارد المائية. وتعاني المصادر المائية بشكل عام من تناقص في كمياتها نتيجة النمو السكاني الهائل في العالم والتاثيرات الناتجة عن التغيرات المناخية والتوسع التكنولوجي الكبير والحاجة المتزايدة لاستخدام المياه.

وكنتيجة الى تاثيرات تغيرات المناخ والى سياسة دول الجوار وخصوصا تركيا وايران وسوريا في ادارة الموارد المائية تراجعت كميات المياه الواصلة الى العراق وكذلك تراجعت نوعيتها وقد ساهم تراجع كمية التساقط المطري كاحد مظاهر تغير المناخ في عدم تعزيز كميات المياه مما ادى الى انخفاض مناسيب الانهار وكذلك الى تردي نوعية مياه الشرب والسقي بالاضافة الى عدم وجود ادارة مائية تتناسب وحجم الخطر الناتج من هذا الموضوع انعكس سلبا على ديمومة تردي نوعية المياه وخصوصا نهر الفرات الذي يقطع مسافات طويلة ويمر في مناطق صحراوية بالاضافة الى كثرة المدن التي تصرف عليه وعدم وجود روافد تتناسب وحجم المسافة التي يقطعها ادى ذلك وخصوصا في محافظة النجف الاشرف الى تراجع نوعية المياه في الانهر والى ظهور روائح غير مستساغة صاحب ذلك مواسم انتشار مجموعة من الامراض اهمها التي تنتقل عن طريق المياه الملوثه ومنها مرض الكوليرا مما اضطر كثيرا من المواطنين الى استخدام المياه المحلاة والمعبأة بشكل واسع والعزوف عن استخدام مياه

الاسالة مما ساهم في انتشار منظومات التحلية بانواع مختلفه منها المنزلي ومنها التجاري لغرض الحصول على نوعية مياه مأمونه .

أهداف الدراسة :

1- دراسة واقع منظومات تحلية المياه الموجوده في محافظة النجف الاشرف والية عملها .
2- بيان نوعية التعقيم المستخدم في هذه المنظومات.
3- تحديد وفحص نوعية المياه المنتجة من هذه المنظومات ومدى صلاحياتها من الناحية الصحية والبيئية.

الدراسات السابقة:

أجريت العديد من الدراسات حول المياه المعبأة المحلية والمستوردة منها دراسة (Al-Fraij,K.M. et al. 1999) التي تم فيها فحص (25) نموذج من المياه المعبأة معظمها في دول الخليج وتم مقارنة جودتها بمياه شبكة الإسالة في مدينة الكويت وأظهرت الدراسة أن تراكيز بعض المعادن في المياه المعبأة كان أعلى من تركيزها في مياه الإسالة ودراسة (زاهد, وليد بن محمد ,2002) وتم فيها تقييم (23) صنف من المياه المعبأة محليا" و (7) أصناف مستوردة في مدينة الرياض وقد بينت الدراسة أن مستويات معايير الجودة للأصناف المحلية والمستوردة كانت بصورة عامة مطابقة للمواصفات المختلفة ودراسة (القحطاني,حسن عبد الله وآخرون , 2004) والتي تم فيها تحليل (28) عينة مياه معبأة في السعودية وأظهرت النتائج ارتفاع جودة مياه الشرب ولم تظهر أي ملوثات ميكروبية ودراسة (فاضل,امجد محمد ,2010) وتم فيها تحليل (10) نماذج من المياه المعبأة المستوردة و(5) نماذج من المياه المعبأة المحلية في مدينة السماوة وأظهرت النتائج مطابقة كل من المياه المحلية والمستوردة للمواصفات المحلية والعالمية فيما عدا المواد الصلبة الذائبة الكلية في صنف محلي واحد وصنف مستورد واحد والفلورايد في جميع الأصناف المحلية وصنف مستورد واحد ودراسة (رزوقي,سراب محمد محمود وآخرون ,2010) حيث تم دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية والميكروبية لعدد (400) عينة من المياه المعبأة المستوردة والمحلية في مدينة بغداد وعلى مدى سنة كاملة وأظهرت النتائج أن المياه المستوردة كانت بنوعية أعلى من المحلية في مختلف المتغيرات فيما عدا الكلوريدات وسجلت النماذج المحلية ارتفاعا" في نسب الفشل في تطبيق المتطلبات الصحية ودراسة (الموسوي,بهاء نظام عيسى وآخرون ,2010) والتي شملت تحليل (47) نموذج من المياه المعبأة المحلية والمستوردة في مدينة بغداد وبينت النتائج تلوث (57,4%) من النماذج بايولوجيا" وأن 90% من النماذج ذات عبوة 20 لتر كانت ملوثة بايولوجيا" وأن تراكيز العناصر السامة اللاعضوية كانت ضمن الحدود المسموح بها وخلو النماذج من الملوثات الكيميائية العضوية ودراسة (العزاوي,أثير سايب ناجي وآخرون ,2011) والتي تم فيها اجراء الفحص البايولوجي لسبع عينات مياه معبأة محليا" وسبع عينات مستوردة ولوحظ مطابقة عينتين مستوردتين فقط من عينات الدراسة للمواصفة العراقية القياسية.

منظومات تحلية المياة في محافظة النجف الاشرف:

توجد مجموعة من منظومات التحلية التي تستخدم في بعض الانشطة الصناعية في محافظة النجف الاشرف منها منظومات تحلية المياه المستخدمة في محطة كهرباء النجف الغازية والتي تستخدم المياه الناتجة عنها لاغراض التبريد وكذلك توجد منظومة في مصفى النجف الاشرف تستخدم المياه الناتجة منها في تبريد افران التكرير وتوجد منظومة كبيرة في معمل بيبسي الكوفة تستخدم المياه الناتجة منها في صناعة المشروبات

الغازية . بالإضافة إلى أكثر من ستين معمل لتحلية المياه (موضوع الدراسة) ذات طاقات إنتاجية مختلفة حاصلة على الموافقات البيئية ساهمت مع المنظومات المنزلية في توفير المياه لسكان المحافظة.

تستخدم منظومات تحلية المياه في محافظة النجف مياه شبكة الإسالة كمياه داخلة إليها وتتم عملية التعقيم بإستخدام الأشعة فوق البنفسجية UV أما تحلية المياه فيها فتتم بعملية التناضح العكسي RO .

التعليمات البيئية حول محطات التناضح العكسي (RO):

يقصد بها : هي المعامل التي يتم فيها معالجة مياه الشرب معالجة متقدمة بواسطة تقنية التنافذ العكسي وتعبئتها بقناني مغلقة .

التصنيف البيئي: نشاطات ملوثة للبيئة (صنف ج)

المحددات الموقعية :

يسمح باقامتها في المناطق الصناعية او المناطق التجارية المخدومة بشبكة مجاري.

المتطلبات البيئية :

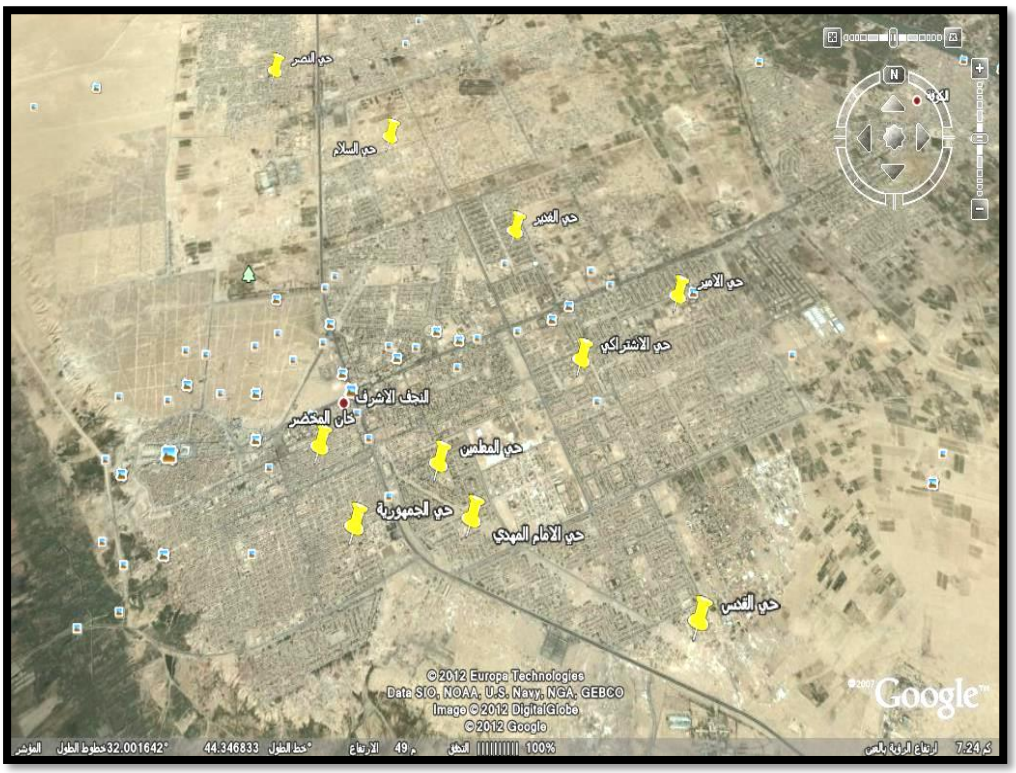
1- التاكيد على توفير مختبر التحليلات الكيمياوية والبكتريولوجية مع فحص المياه الناتجة دوريا ومطابقتها مع المحددات الخاصة لمياه الشرب .

2- توفير مصدر مائي يتناسب والطاقة الانتاجية للمعمل .

3- توفير حاويات نظامية لجمع الاملاح الناتجة والمخلفات الصلبة لحين نقلها الى الاماكن العامة المخصصة من قبل البلدية.

جمع العينات وطرق القياس :

تم اختبار مجموعة من العينات بلغ عددها (46) عينة شملت المنظومات المنزلية والمنظومات التجارية في عشرة مناطق اخذت من الاحياء الشمالية والاحياء الجنوبية ومدينة النجف القديمة هي (حي القدس وحي الامام المهدي وحي المعلمين ومنطقة الجمهورية ومنطقة خان المخضر وحي الاشتراكي وحي الامير وحي الغدير وحي السلام وحي النصر) شكل رقم (1) وتم اجراء الفحوصات البايولوجية والفحوصات الكيمياوية عليها في مديرية بيئة النجف الأشرف.



شكل رقم (1) صورة فضائية تبين الاحياء والمناطق التي تم اخذ عينات الدراسة منها

لقد جاء في دلائل جودة مياه الشرب لمنظمة الصحة العالمية (2004) ان العواقب الصحية المحتملة الناجمة عن التلوث الميكروبي من الفداحة بمكان بحيث يجب أن تكون مكافحته على قدر كبير من الأهمية ولا يجب التهاون فيها أما الهواجس الصحية المرتبطة بالمكونات الكيميائية لمياه الشرب فهي تختلف عن تلك المرتبطة بالتلوث الميكروبي وتنبعث أساسا" من قدرة هذه المكونات الكيميائية على إحداث ضرر بالصحة بعد فترات طويلة من التعرض .

أجريت الفحوصات البايولوجية لمعرفة وجود بكتيريا القولون البرازية Fecal coliform وبكتيريا القولون المعوية E-Coli أما الفحوصات الفيزيائية والكيميائية فقد شملت كل من الأس الهيدروجيني pH والتوصيلية الكهربائية Ec والأملاح الذائبة الكلية TDS وكمية الأوكسجين المذاب Do ودرجة الحرارة T والمواد العالقة الكلية TSS والقاعدية Alk as $CaCO_3$ والعسرة الكلية TH as $CaCO_3$ والكالسيوم Ca والمغنيسيوم Mg والكلوريد Cl والكبريتات So_4 والنترات NO_3 والفوسفات PO_4 والصوديوم Na والبوتاسيوم K والعكارة.

ووفقا" لمختبر مديرية بيئة النجف الأشرف فقد أستخدم جهاز Multi parameter (YSI 556M) في قياس كل من الأس الهيدروجيني pH والتوصيلية الكهربائية Ec والأملاح الذائبة الكلية TDS وكمية الأوكسجين المذاب Do ودرجة الحرارة T وأستخدمت الطريقة الوزنية في قياس المواد العالقة الكلية TSS أما القاعدية فقد تم قياسها بطريقة التسحيح باستخدام محلول حامض الكبريتيك 0.1 N ودليل الفينولفثالين ph.ph والمثيل البرتقالي Methyl orange وتم قياس العسرة الكلية بطريقة التسحيح باستخدام محلول EDTA ودليل Erchrome black T وتم قياس الكالسيوم Ca بطريقة التسحيح باستخدام محلول EDTA ودليل Muroxide واستخدمت الطريقة الحسابية في قياس المغنيسيوم Mg اعتمادا" على تركيز كل من العسرة الكلية والكالسيوم وتم قياس الكلوريد Cl بطريقة التسحيح باستخدام محلول نترات الفضة 0.1 N $AgNO_3$ ودليل Dichromate

potassium وتم قياس كل من الكبريتات SO_4 والعكارة Turbidity باستخدام الطريقة اللونية بجهاز (WTW) وتم قياس كل من النترات NO_3 والفوسفات PO_4 باستخدام جهاز الطيف اللوني (Spectrophoto meter) أما الصوديوم Na والبوتاسيوم K فقد تم قياسهما بجهاز الطيف اللهبي (Flamephoto meter).

النتائج والمناقشة :

بينت نتائج الفحص البايلوجي جدول رقم (1) وشكل رقم (2) ان قسما كبيرا من المياه المجهزة في الشبكة غير صالحة للشرب حيث شكلت نسبة مصادر التجهيز الحاوية على مياه غير صالحة نسبة 64% من النماذج التي شملتها الدراسة و شكلت نسبة مصادر التجهيز الحاوية على مياه صالحة للشرب 36% تقريبا مما يتطلب متابعة نوعية المياه في الشبكة والارتقاء بنوعية المياه المجهزة للمواطنين وتطوير طرق المعالجة لمحطات التصفية . كما تبين ان ما نسبته 82% من المنظومات التي شملتها الدراسة انتجت مياه صالحة للشرب رغم ان بعض مصادر التجهيز غير صالحة مما يدل على ان المنظومات ساهمت بشكل كبير في تحسين نوعية المياه وجعلها مياه مأمونه .

كذلك لوحظ ان خمسة منظومات كانت مصادرها غير صالحة للشرب تقع في حي النصر وحي الامير(منظومتين) وحي القدس وحي الامام المهدي قد نجحت هذه المنظومات في معالجتها وجعلها مياه صالحة للشرب من الناحية البايلوجية مما يعني ان المنظومات نجحت بنسبة 71% في معالجة المياه الماخوذه من مصادر غير صالحة من النماذج التي شملتها الدراسة .

ولم تنجح منظومات حي السلام وحي الاشتراكي في انتاج المياه الصالحة للشرب من مصادر تجهيز غير صالحة مما يعني ان المنظومات فشلت بنسبة 29% في توفير مياه صالحة من مصادر غير صالحة من النماذج التي شملتها الدراسة وربما ذلك عائد الى اهمال اصحاب المعامل في الالتزام بالقواعد الصحية في الانتاج والتخزين و يتطلب تكثيف الجهود من وزارة الصحة في متابعة هذه المعامل لان قسما منها قد ينتج مياه غير صالحة.

نتائج الفحوصات الكمياوية تم توضيحها في الأشكال (3 – 6) حيث يبين الشكل رقم (3) خصائص المياه المعالجة من ثلاث منظومات ومقارنتها مع خصائص المياه الداخلة والمواصفة القياسية العراقية والذي يلاحظ منه أن جميع تلك المنظومات قد أنتجت مياه بمواصفات عاليه مقارنة" بحدود المواصفة القياسية العراقية كما يمكن ملاحظة أن قيم المتغيرات الكيمياوية المفحوصة قد انخفضت بشكل كبير جدا" في المياه المعالجة عن مستوياتها في المياه الداخلة وأن مستوى الأملاح الذائبة الكلية (TDS) في المنظومة المنزلية كان أعلى من المنظومتين التجاريتين .

الشكل رقم (4) يبين خصائص المياه الداخلة والمنتجة والمصرفة لمنظومة منزلية ومقارنتها مع المواصفة القياسية العراقية والذي يلاحظ منه الكفاءة العالية للمحطة بمقارنة مواصفات المياه المنتجة مع مواصفات المياه الداخلة كما يمكن ملاحظة التقارب الكبير في مواصفات المياه الداخلة الى المنظومة والمياه المصرفة منها وكذلك حدود المواصفة القياسية العراقية مما يستوجب التفكير الجدي في إمكانية إعادة استخدام المياه المصرفة كمياه داخلة الى المنظومة لتقليل الهدر في إستخدام المياه وهذا ما تؤكده الأشكال (5 و 6) حيث يستعرض الشكل رقم (5) مواصفات المياه المصرفة من ثلاث منظومات تجارية ويقارنها مع المواصفة القياسية العراقية في حين يستعرض الشكل رقم (6) معدل مواصفات المياه الداخلة والمصرفة لثلاث منظومات تجارية وحدود المواصفة القياسية العراقية ويلاحظ من الشكلين التقارب الكبير في مواصفات المياه الداخلة والمصرفة وحدود

المواصفة القياسية العراقية ويمكن أن يلاحظ من الشكل رقم (6) أن معظم قيم المتغيرات الكيمياوية المفحوصة قد ارتفعت الى مايقارب الضعف في مياه التصريف عن مستوياتها في المياه الداخلة .

الاستنتاجات :

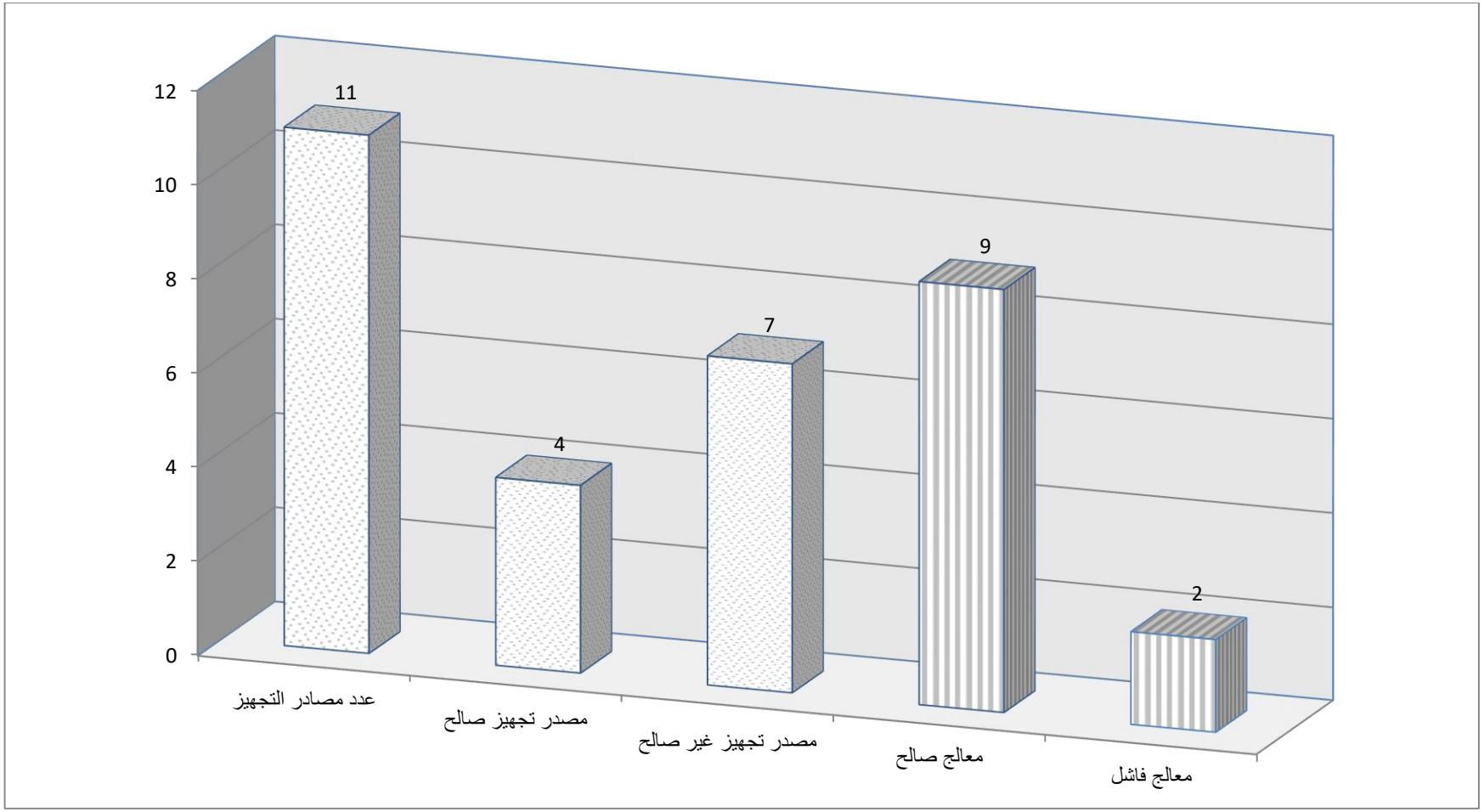
1. ان قسما كبيرا من المياه المجهزة في شبكة الإسالة غير صالحة للشرب من الناحية البايولوجية حيث شكلت نسبة مصادر التجهيز الحاوية على مياه غير صالحة نسبة 64% من النماذج التي شملتها الدراسة في حين شكلت مصادر التجهيز الحاوية على مياه صالحة للشرب 36% .
2. نجحت منظومات تحلية المياه في معالجة المياه الغير صالحة بايولوجيا" وتحويلها الى مياه صالحة بنسبة 71% .
3. أنتجت منظومات التحلية مياه بمواصفات كيمياوية ممتازة مقارنة" بمواصفات المياه الداخلة وحدود المواصفات القياسية العراقية .
4. منظومات تحلية المياه المنزلية تنتج مياه بمواصفات كيمياوية ممتازة ولا تقل كفاءة عن المنظومات التجارية .
5. بالرغم من إرتفاع تراكيز المتغيرات الكيمياوية إلى مايقارب الضعف في المياه المصرفة من منظومات التحلية إلاّ أن تلك التراكيز تبقى قريبة من حدود المواصفة القياسية العراقية .

التوصيات :

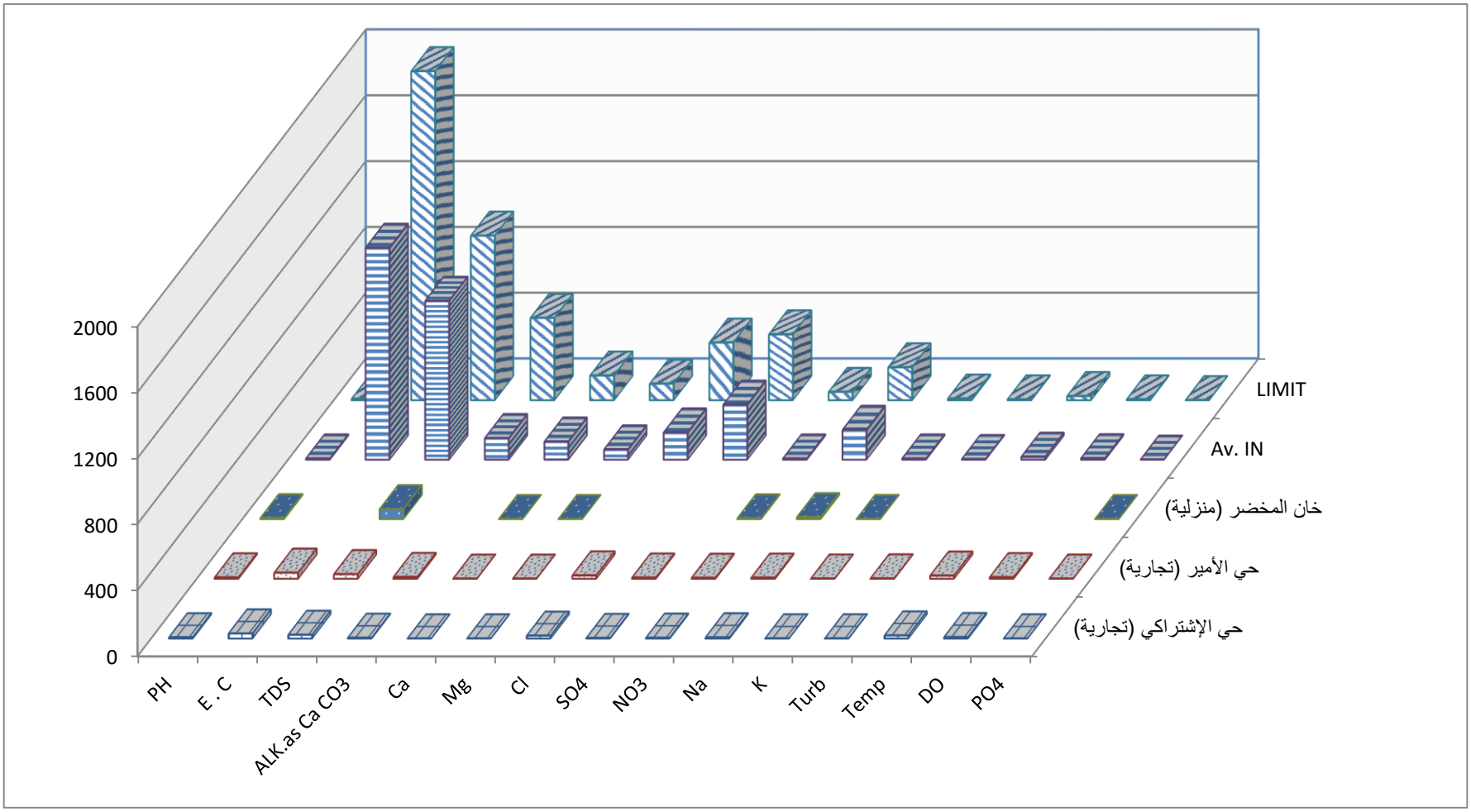
1. الإهتمام بنوعية المياه المجهزة في شبكة الإسالة وخصوصا" من الناحية البايولوجية .
2. البحث في أسباب الفشل البايولوجي للنماذج التي أخذت من شبكة الإسالة وتحديد فيما إذا كانت من محطات التصفية أم من شبكة توزيع المياه ومعالجة ذلك .
3. التوجه نحو إستخدام تقنيات التناضح العكسي في تحلية المياه وتقنيات التعقيم بالأوزون أو بالأشعة فوق البنفسجية في مشاريع تصفية المياه .
4. التأكيد على تفعيل الدور الرقابي للجهات الصحية والبيئية على منظومات تحلية المياه التجارية .
5. إعادة إستخدام المياه المصرفة من منظومات التحلية كمياه داخلة لتلك المنظومات مع مراقبة تراكيز المتغيرات الكيمياوية فيها وذلك لتقليل الهدر في المياه المنتجة في محطات تصفية المياه .

جدول رقم (1) نتائج الفحوصات البايولوجية

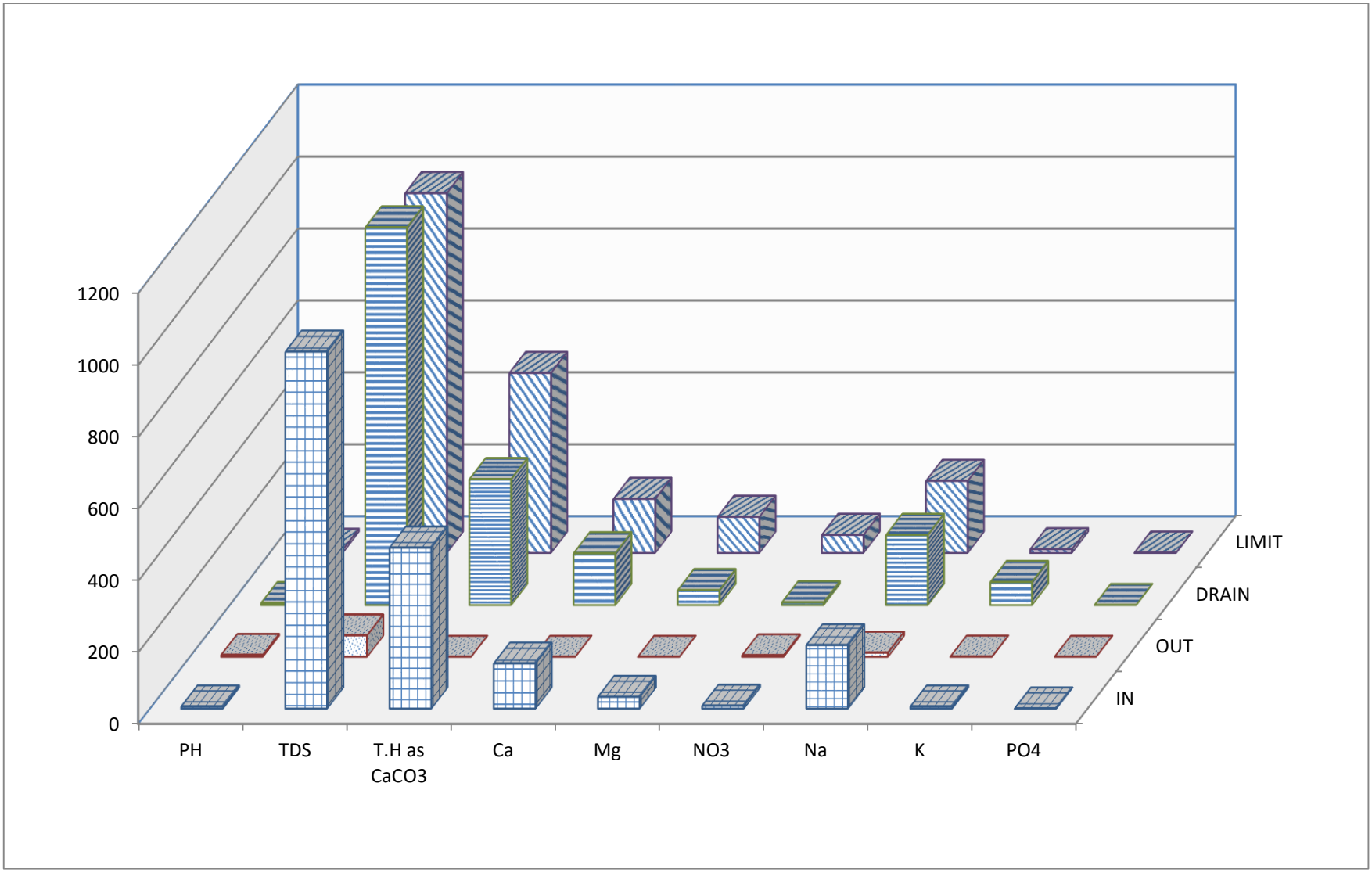
إسم العينة	نوع العينة	M.P.N. Of F.C./100 ml	M.P.N. Of E-Coli/100 ml	النتيجة
حي الإشتراكي	IN	5.1	5.1	غير صالح للشرب
	OUT	5.1	5.1	غير صالح للشرب
	DRAIN	0	0	صالح للشرب
حي الأمير	IN	5.1	5.1	غير صالح للشرب
	OUT	0	0	صالح للشرب
	DRAIN	0	0	صالح للشرب
حي السلام	IN	23	23	غير صالح للشرب
	OUT	23	23	غير صالح للشرب
حي النصر	IN	2.2	2.2	غير صالح للشرب
	OUT	0	0	صالح للشرب
حي الغدير	IN	0	0	صالح للشرب
	OUT	0	0	صالح للشرب
حي السلام	IN	0	0	صالح للشرب
	OUT	0	0	صالح للشرب
حي الإشتراكي	IN	0	0	صالح للشرب
	OUT	0	0	صالح للشرب
حي الأمير	IN	2.2	2.2	غير صالح للشرب
	OUT	0	0	صالح للشرب
حي الجمهورية	IN	0	0	صالح للشرب
	OUT	0	0	صالح للشرب
حي القدس	IN	2.2	2.2	غير صالح للشرب
	OUT	0	0	صالح للشرب
حي الإمام المهدي	IN	2.2	2.2	غير صالح للشرب
	OUT	0	0	صالح للشرب
خان المخضر	OUT	0	0	صالح للشرب



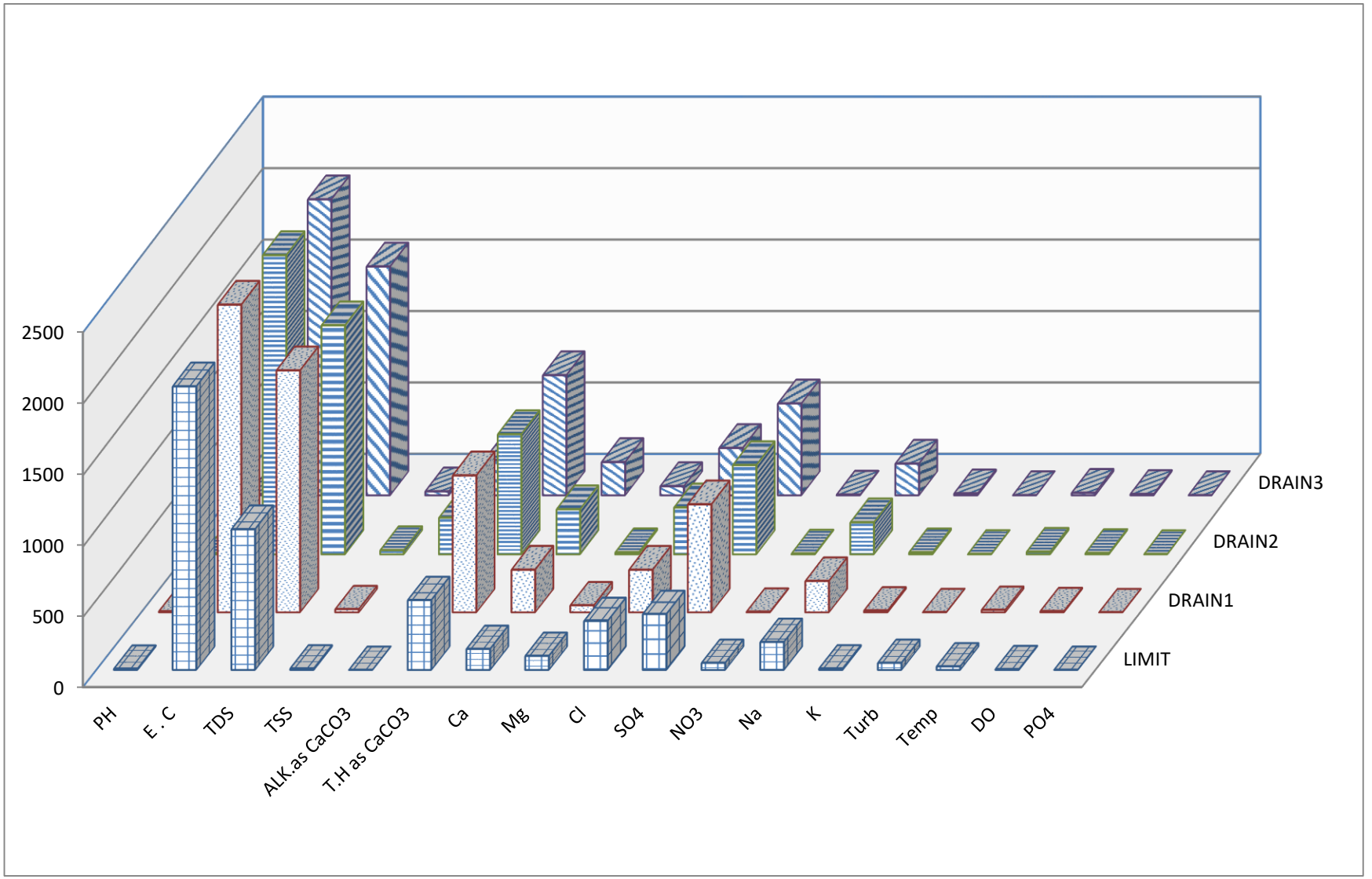
شكل رقم (2) نتائج الفحوصات البايولوجية لمصادر تجهيز المياه قبل المعالجة وللمياه بعد المعالجة



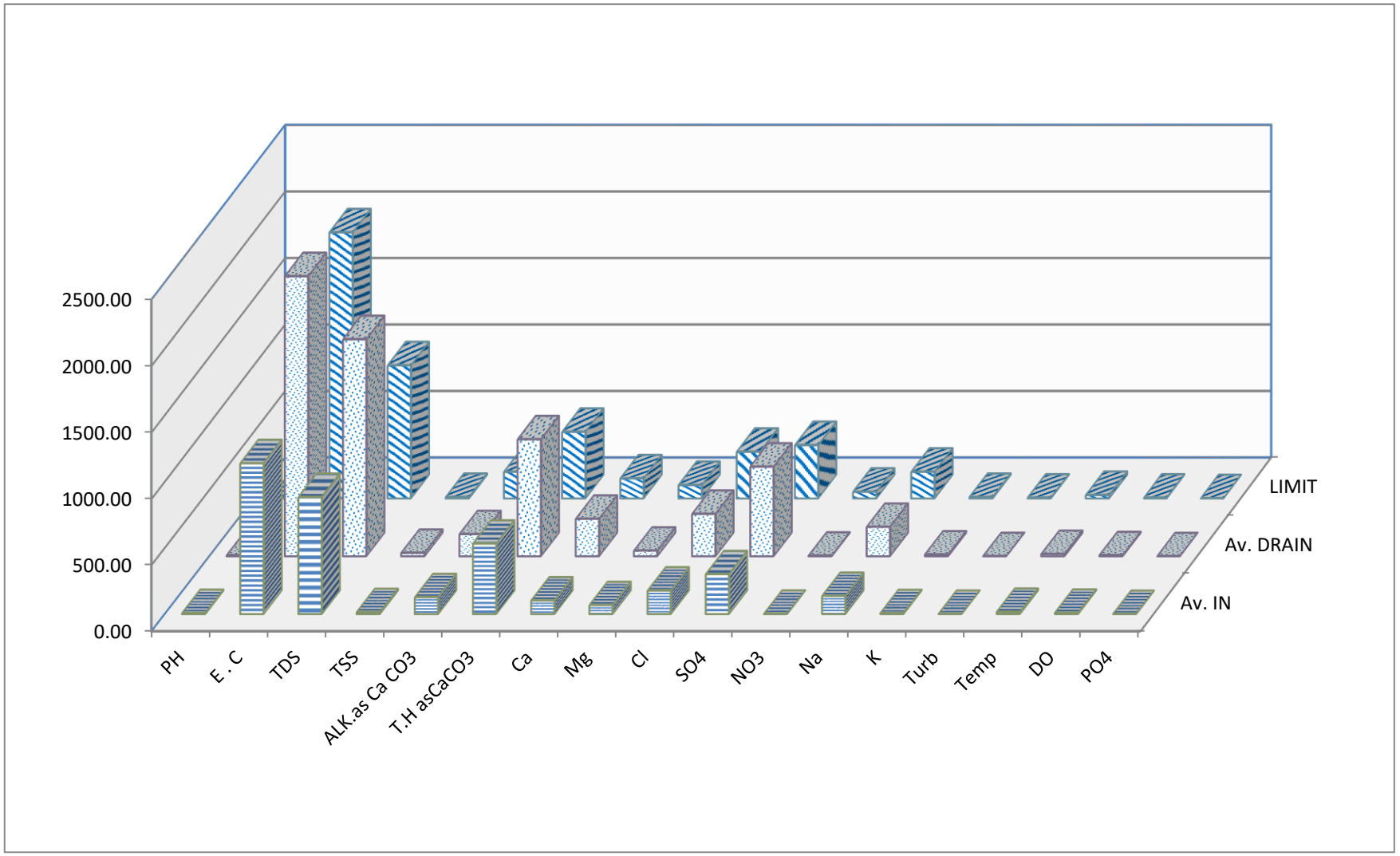
شكل رقم (3) نتائج الفحوصات الكيميائية لثلاثة نماذج من المياه المعالجة لمنظومتين تجاريتين ومنظومة منزلية مع محددات مياه الشرب



شكل رقم (4) مقارنة بين قيم الفحوصات الكيمياوية لمياه مصدر التجهيز والمنتج والمصرف لمنظومة صغيرة (خان المخضر)



شكل رقم (5) مقارنة بين قيم نتائج الفحوصات الكيميائية للمياه المصرفة لثلاث منظومات تجارية مع محددات مياه الشرب



شكل رقم (6) مقارنة بين معدل قيم الفحوصات الكيمياوية لثلاث منظومات تجارية (نموذج 1 و 2 و3) لمصدر التجهيز والتصريف

المصادر:

العزاوي ، أثير سايب ناجي ، وميض عادل الطائي ، حلا فائز الجواهري و ضرغام علي السلطاني . (2011) ." دراسة بعض الملوثات المايكروبية لبعض المياه المعبأة العراقية والعالمية ". مجلة جامعة بابل . مجلد(19) . العدد(1) . صفحات (101-104).

القحطاني ، حسن بن عبد الله وآخرون . (2004) ." مشروع دراسة آثار الكيمياويات والميكروبات المضرة بالمواد الغذائية التقرير النهائي ". معهد الأمير عبد الله للبحوث والدراسات الإستشارية . جامعة الملك سعود . الرياض.

الموسوي ، بهاء نظام عيسى و عصام شاكر حمزة الزبيدي . (2010) ." التحري عن الملوثات الميكروبية والكيمياوية لمياه الشرب المعبأة بالقناني البلاستيكية ". المجلة العراقية لبحوث السوق وحماية المستهلك . مجلد(2) . العدد(3) . صفحات (168-184).

رزوقي ، سراب محمد محمود و محمد عمار الراوي . (2010) ." دراسة بعض الخصائص الفيزيوكيميائية والمايكروبية للمياه المعبأة المنتجة محليا" والمستوردة في مدينة بغداد ". المجلة العراقية لبحوث السوق وحماية المستهلك . مجلد(2) . العدد(3) . صفحات (75-103).

زاهد ، وليد بن محمد كامل . (2002) ." جودة مياه الشرب المعبأة المحلية والمستوردة في المملكة العربية السعودية ". مجلة جامعة الملك عبد العزيز. العلوم الهندسية . مجلد(14) . العدد(2) . صفحات (81-104).

فاضل ، أمجد محمد . (2010) ."التقييم النوعي لمياه الشرب المعبأة المحلية والمستوردة في العراق". مجلة أوروك للأبحاث العلمية . مجلد(3) . العدد(2) . صفحات (54-73).

مجلس الوزراء . الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية . (1995) ." المواصفة القياسية العراقية رقم 1937 – مياه الشرب المعبأة " . بغداد.

منظمة الصحة العالمية . (2004) ." دلائل جودة مياه الشرب ". مجلد(1) . التوصيات . الطبعة الثالثة (مترجمة) . جنيف.

وزارة البيئة . (2012) ." تعليمات المحددات البيئية لإنشاء المشاريع ومراقبة سلامة تنفيذها رقم 3 لسنة 2011 ". جريدة الوقائع العراقية . العدد(4225) . بغداد.

وزارة التخطيط والتعاون الإنمائي . الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية . (2006) . " الحدود الميكروبية في الأغذية – الجزء الرابع عشر – الحدود الميكروبية لمياه الشرب " . المواصفة رقم (14/2270) . بغداد.

وزارة التخطيط والتعاون الإنمائي . الجهاز المركزي للتقييس والسيطرة النوعية . (2009) . " المواصفة القياسية رقم 417 – مياه الشرب – التحديث الثاني " . بغداد.

Al-Fraij , K.M. , Abd-Elaleem , M.K. and Ajmi , H. , (1999) ."Comparative study of potable and bottled mineral waters available in the state of Kuwait" . Proceedings of the 4th Gulf Water Conference . Bahrain . pp. 823-840.