" التخلص من مياه الصرف الصحي بوساطة المصبات البحرية "

الدكتور عادل عوض
مدرس في
كلية الهندسة المدنية
جامعة تشرين

تعالج هذه الدراسة الدور الذي يمكن أن تقوم به البحار في تصريف مياه المجاري كحل أمثل للتخلص من ملوثاتها خلال أيام ،وتحدد العوامل الاساسية لتحقيق درجة جودة المصادر المائية بنوعيها العذب والمالح بالعلاقة مع نوعية استعمالها ،كما تضم الورقة تحليلا تفصيليا لميكانيك التيارات البحرية الخاصة بعمليات الخلط ونقل مياه المجاري الملوثة ،بالاضافة الى حساب ظواهر تخفيف التركيز الاولي وضمان ـ في حالة تراكم طبقات الكثافة المختلفة في البحر ـ كون حقل مياه الصرف تحت سطح البحر . وقد طبق في الدراسة نموذج هندسي على مدينة اللاذقية الساحلية ،وتمت الدلالة على الموقع الامثل لاختيار مكان للمصب البحري للتخلص من مياه صرف المدينة .

ان مصبات مياه مجاري الصرف الصحي في البحر أشبه ما تكون بالمداخن العالية التي تبدد ملوثات المصانع في الجو ، ذلك أن الطريقتين تهدفان الى الغرض نفسه ،وهو سوق المواد الملوثة الى المحيط أو البيئة الطبيعية (جو ـ بحر) بحيث يتحقق انتشارها وتناقص تركيزها، بما ينفي ضررها على الصحة .

ان تصميم المداخن يهدف الى تخفيض تركيز الملوثات في المناطق الارضية القريبة الى درجة مقبولة ،في حين تسعى مصبات مياه المجاري البحرية، قدر الامكان، الى حماية الطبقات المائية القليلة الاعماق والقريبة من السطح ،وقبل كل شيء ،الطبقات المائية القريبة من الشواطىء الساحلية من خطر الملوثات . ويكمن الخلاف الجوهري بين الطريقتين في ان الجو الذي تبدد به المداخن ملوثات المصانع، يسمح بانتشار كبير جدا للملوثات، ويحقق عملية الاختلاط الشاقولي الكبير للملوثات مع الهواء ،بينما تصب مياه المجاري المساقة الى البحر في مياه ساحلية منبسطة ومحدودة الاعماق .

ان تأثير صب مياه المجاري او ملوثات المداخن، ينعكس على تناقص تركيز المواد الملوثة في مكان الصب فقط، سواء في الجو أو البحر ،فطبيعة المكان تحدد عملية تناقص هذا التركيز، ولا تبدو الكيفية أو الطريقة التي نصب فيها مياه الصرف في البحر مهمة، طالما حققنا أبعاد صب هذه المياه الى أكبر مسافة ممكنة مدروسة عن الشاطىء .ويتعلق العامل الحاسم هنا بكيفية تدوير أو تغيير المواد الملوثة المساقة وهضمها بسرعة من خلال العمليات الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية التي تتعرض لها في مكان الصب . وعمليا، فان الصب المستمر لمواد ملوثة غير قابلة للهضم سيؤدي الى اغناء مستمر للوسط الطبيعي (جو ـ بحر) بالملوثات الضارة ، ولن ينفعنا هنا تحسين أو تعقيد الوضع الانشائي لمنشآت الصب (مصبات بحرية ـ مداخن) حتى ولا ابعاد مسافتها في البحر ، وبصفة عامة، فان مصبات مياه المجاري البحرية تكون مجدية للتخلص من الملوثات ذات الطابع المنزلي ،بينما لا تكون مقبولة

في حالة التخلص من مياه الصرف الصحي المحملة بنسبة كبيرة من الملوثات غير القابلة للهضم (1)

١ - نقل مياه المجاري في البحر

بوساطة النظام الهيدرولوجي :

ليس هناك من خلاف على ضرورة حماية كافة الكائنات الحية البحرية من جميع أنواع الملوثات والتأثيرات الضارة المتسببة عن الفعاليات البشرية أو غيرها . ولكن السؤال الذي يطرح نفسه، هو كيف سنتعامل مع نفايات ومخلفات المجتمع البشري ؟ الجواب يكون انه ومن خلال الضرورات والتخطيط الدقيق والمدروس يمكن لنا أن نسمح بصب سلسلة من مواد النفايات في البحر، شريطة ابعاد التأثيرات الايكولوجية ، بحيث نضمن عدم التأثير السلبي للاستعمالات البشرية للبحر ومتعلقاته .

وعمليا، فانه تحت الشروط الطبيعية يوجد عدد كبير من الملوثات في البحر ، ونحن اذا تحدثنا عن زيادة لهذه الملوثات عن طريق صب مياه المجاري، فاننا نعني فقط الملوثات التي يفوق تركيزها التركيز الطبيعي المألوف لملوثات البحر الموجودة بشكل طبيعي .

ان عملية تمدد الملوثات وتخفيف تركيزها في الوسط المحيط، يمكن أن يتم فقط بالنسبة للملوثات أو المواد القابلة للهضم نسبيا بسرعة من خلال العمليات الفيزيائية والكيميائية - البيولوجية . وهنا يجب أن نميز سلسلة من المواد غير القابلة للهضم أو التي يحتاج هضمها الى مدة طويلة، والتي لا تتواجد عادة في الوسط الطبيعي ، مثل مركبات المبيدات الزراعية (د.د.ت) ومركبات الكلور العضوية أو نفايات المواد المشعة فهذه المواد يمكن أن تشكل تأثيرات سلبية ضارة على النظام الايكولوجي ككل ولذلك يجب إما أن نتخلص منها اعتبارا من منبعها ، وإما أن ندفنها بطريقة علمية مدروسة ، وفي كل الاحوال يجب ابعادها عن الوسط الطبيعي . وبالعكس فانه من المنطقي والمفيد أن نسوق المواد الملوثة الاخرى الى المصادر المائية ، بوساطة اجراءات مناسبة، نسعى من خلالها الى تحقيق انتشار هذه المواد وتخفيف تركيزها بشكل يتلاءم مع المعطيات الطبيعية أو لا يشكل لها ضررا يذكر .

ان نقل المواد الملوثة في الوسط الطبيعي يتم غالبا على أسس طبيعية ، فمن جهة، وبحسب الدورة الهيدرولوجية، تساق دوما المواد الموجودة في الماء بشكل طبيعي كالاملاح والمرسبات ، ومن جهة أخرى تساق الى البحر نواتج النفايات البشرية بشكل أو بآخر (الشكل رقم ١) .

ان الدورة المائية مع التبخر والمطر والجريان تشكل نظام نقل طبيعي وفعال للملوثات من اليابسة الى البحر . وهو نظام استفاد منه الانسان منذ الازل . وبشكل عام يمكن النظر الى البحر على أنه خزان طبيعي ومحطة نهائية لكل المحتويات الموجودة في الدورة المائية . ويبدو ذلك واضحا بشكل خاص عندما نعتبر بالمقاييس الكبيرة فترات الاقامة، أي المدة التي تتجدد فيها مجمل محتويات المياه لمختلف أنواع المصادر المائية، تساوي نظريا أو حسابيا (مخزن المصدر بالمتر المكعب مقسوما على الغزارة الوسطية التي تصب في هذا المصدر بالمتر المكعب في اليوم أو بالاسبوع أو بالاشهر) . فبينما نجد أن تجدد كامل محتويات المياه لنهر يتم بشكل كامل بعد أيام أو أسابيع، فان هذه المدة تكون في البحر تبعا للمقاييس الامنية الجيولوجية كبيرة الى حد لا نهائي ((ان حساب الاحتمال يبين تجدد مياه البحر الابيض

المتوسط مرة كل ٧٥-٨٥ سنة)) . ونظريا فان عملية التجدد هذه لمياه البحرلاتتأثر كثيرا بوجود المواد الملوثة غير القابلة للهضم في البحر ، الا أن ذلك لا يعني ان نصرف النظر عن خطورة تراكم هذه المواد في مياه البحر، ذلك ان تراكمها مع الزمن سيؤثر حتما بشكل سلبي في البيئة البحرية ككل . وهذا ما ظهر في بحار دول وسط اوروبا، حيث نجد أن نوعية الجودة فيها قد تدنت ،علما أن معظم ملوثات هذه البحار هي من المدن الواقعة عليها ،وأن مياه المجاري فيها، والتي يغلب عليها الطابع المنزلي تحوي نسبة ٢٠ - ٤٠ ٪ من المواد العضوية غير القابلة للهضم بيولوجيا ،والتي يمكن أن تؤدي الى ضرر أكبر وثابت على النظام الايكولوجي.

٢ - الاسس التخطيطية للمصبات البحرية :

يعرض الشكل (٢) امكانيات مختلفة لمعالجة مياه الصرف لمدينة ساحلية ،وهو في الوقت نفسه يقارن فيما بين هذه الامكانيات . ونحن اذا ركبنا وحدة لمعالجة مياه المجاري مع منشأة لصب المياه بعد معالجتها في المصدر المائي أو البحر ،نكون قد طبقنا نظاما واحدا للتخلص من مياه المجاري ، هذا النظام يفترض له أن يحقق الاعتبارات الاقتصادية بشكل أمثل، اضافة الى الحفاظ على جودة المصدر المائي . ونحن اذا قارنا بين امكانيات صب مياه الصرف في نهر أو بحيرة أو في دلتا أو في بحر مفتوح،فاننا نجد أن صب هذه المياه في البحر المفتوح يحقق فعالية تخفيف تركيز الملوثات بشكل عادل جدا مقارنة بأماكن الصب الاخرى . ونحن اذا أردنا أن نصل الى تخفيف مشابه للتركيز في حالة صب مياه المجاري في النهر أو البحيرة (مثلا تخفيف تركيز مياه الصرف حتى العامل ١٥٠) فان هذا يقتضي منا معالجة أعلى لمياه الصرف المراد صبها في النهر أو البحيرة (الجدول رقم ١) . ومن الطبيعي أن يسبق صب مياه الصرف في البحر وحدة معالجة ميكانيكية تهدف الى ازالة مواد معينة من مياه الصرف،مثل الزيوت التي تطفو على سطح المياه وتنتقل بتأثير الرياح مسرعة باتجاه الشواطىء . وبهذه الحالة يتكون بالصب في البحر تركيز منخفض للملوثات عما هو الحال عليه في مناطق الصب الاخرى ، وخصوصا اذا علمنا أن مياه الصرف المنزلية تحتاج نسبيا الى فترات هضم قصيرة ،بحيث يحقق صبها في البحر وعلى بعد كاف عن الشاطىء الذي تمارس فيه عادة استعمالات بشرية مختلفة وكثيفة، تركيزا أكثر انخفاضا بمقدار كبير عما هو عليه الحال في أماكن الصب الاخرى (المصبات الداخلية) .

بمقارنة التكاليف وبشكل عام نجد أن صب مياه المجاري في البحر يتطلب طريقا أطول للنقل ،مقارنة بالصب في المصادر المائية الاخرى التي تتطلب هي الاخرى وحدة معالجة بيولوجية كاملة .

الجدول رقم ١ ـ مقارنة بين الامكانيات المختلفة لمعالجة مياه الصرف وصبها في المصادر المائية (تبعا للمرجع 2)

مكان الصب	A (نهر)	B (بحيرة شاطئية)	C (بحر)
التخفيف الاولي لتركيز الملوثات في مكان الصب .	10	30	150
درجة المعالجة المطلوبة لتخفيف مردود واحد من تخفيف التركيز في أماكن الصب كافة (C= Co/150)	93%	80	0
درجة المعالجة المفترضة لوحدة معالجة مياه الصرف .	90%	75%	33%
تركيز الملوثات بجوار فوهة المصب	$\frac{Co}{100}$ ~	$\frac{Co}{120}$ ~	$\frac{Co}{225}$ ~
الحد الزمني الادنى المفترض لانتقال الملوثات الى الشاطىء .	0	4 ساعة	12 ساعة
التركيز الاعظمي للملوثات القابلة للهضم البيولوجي عند الشاطىء (t_{90}=4h)*	$\frac{Co}{100}$ ~	$\frac{Co}{1200}$ ~	$\frac{Co}{225000}$ ~

الحل الاول يتصف بفائدة ثمينة، وهي أنه الافضل والاكفأ في حالة امكانيات التوسع، كارتفاع كمية مياه المجاري، أو تحقيق متطلبات جودة أعلى للمصدر المائي . وفي مثل هذه الحالة يمكن اضافة وحدة معالجة بمراحل متعددة ترافق المصب البحري، في حين لا تتوفر مثل هذه الامكانية في المصبات الداخلية بالفرص نفسها اطلاقا .

ان تصميم نظام للتخلص النهائي من مياه الصرف بطريقة صبها في البحر، يضع المهندس المدني أمام واجب مراعاة ثوابت علوم اقتصاد المياه : الهندسة الصحية، وميكانيك التيارات المائية (flow mechanics) وكذلك العلوم الانشائية، وتقنية البناء، ويتطلب منه الامر التعاون الوثيق مع المختصين البيولوجيين والمختصين بعلوم المحيطات، وتتضح أهمية هذا التعاون

* t_{90} تعني الزمن اللازم لانخفاض درجة تركيز الملوثات الى المعدل 0,1 Co

(Co تعني التركيز الاولي الاصلي للملوثات) .

عندما نسير بخطوات التصميم المختلفة لمثل هذه المنشآت .

ان النقطة الاساسية التي يرتكز عليها هذا التصميم، والتي تعتبر بالنسبة له نقطة الانطلاق هي تحديد متطلبات الجودة المفروض تحقيقها في المصدر المائي، سواء أكان بحرا أم نهرا أم بحيرة ، وتتعلق متطلبات الجودة هذه بتحديد عدد عصيات الكوليفورم المسموح بوجودها ، ودرجة العكارة ،وطبقات الزيوت والشحوم ،والروائح المزعجة ،والاوكسجين المستهلك ... الخ .

في الوقت نفسه يجب تحديد الاماكن المفروض أن تحقق فيها الشروط المعيارية ومتطلبات الجودة المذكورة ،فعند الشاطئ ،وبسبب الاستخدامات البشرية المتنوعة ،يجب أن نحقق مواصفات المياه الصالحة والمناسبة للسباحة ،كما ان على الطبقات المائية القريبة من السطح أن تخلو من الملوثات بسبب تعرضها للاستعمالات البشرية المختلفة وبشكل كبير .

ومن المهم أيضا اعتماد الدراسة الدقيقة للمعطيات الطبيعية ، الخاصة بالتيارات البحرية الطبيعية وبدرجة الحرارة ونسبة الملوحة والمعطيات الطبوغرافية وخواص الطبقات الارضية البحرية وبيولوجية البحر . هذه المعطيات يجب أن تراعى عند اختيار مكان الصب الى جانب المعطيات المتعلقة باليابسة ، والتي لها علاقة بالمصب البحري المار فيها .

ان النواحي التصميمية الخاصة بميكانيك التيارات البحرية لها علاقة وثيقة بالمنشآت الخاصة بالمصب ،والسوء ال ذي يطرح نفسه هنا ، هو اذا ما كان بالامكان - مع الاخذ بعين الاعتبار طبعا الظروف والمعطيات المذكورة سابقا - تنفيذ المصب تبعا للمكان والشكل، بحيث تتحقق المتطلبات الخاصة بجودة المياه .

ولتحديد القرار النهائي في عملية اختيار طريقة المصب البحري للتخلص من مياه المجاري ، علينا ان نراعي الاعتبارات الاقتصادية والتخطيطية بالدرجة نفسها التي نراعي فيها الاعتبارات السابقة والمتعلقة بحماية البيئة من التلوث .

٣ - درجة الجودة وعلاقتها باستعمال مصادرالمياه :

من الاهمية بمكان معرفة نوعية استعمال المصدر المائي - نقصد البحر هنا - كشرط لازم لتحديد درجة الجودة المطلوبة التي يجب أن يحققها المصب البحري ،أو على الاقل أن لا يغيرها سلبا ونحو الاسوأ في مكان الصب . وبشكل عام يمكن الانطلاق من قناعة تقول بضرورة تنمية المصادر المائية وتعريضها للتحسين والتطوير المستمر لصالح استخدامها لاغراض عديدة جديدة أو مألوفة . والحالات المذكورة التي يجب أن ترافقها درجة جودة معينة للمصادر المائية لا تؤخذ بعين الاعتبار غالبا في الدول النامية ،ومن هذا المنطلق ركزنا على هذا الموضوع لاهميته في تحديد نوعية المعالجة المطلوبة لمياه الصرف ودرجة فعاليتها ،وضرورة تحديد هذه الدرجات للعمل على تحقيقها على المدى البعيد ،خصوصا في الدول الساحلية العربية أو النامية عموما، والتي يتزايد فيها التوسع الصناعي والسياحي والعمراني، وتبرز معها مشكلة ضرورة التخلص الصحي والصحيح من مياه الصرف . ونعرض هنا أهداف الجودة للمصادر المائية العذبة والمالحة :

آـ المياه العذبة ودرجة الجودة : ـ

يبين الجدول رقم ٢ الاستعمالات الاكثر أهمية ،والتي يمكن أن تتم في المصدر المائي السطحي (نهر ـ بحيرة) والعوامل الاساسية لتحقيق درجة الجودة المطلوبة لهذه الاستعمالات بشكل يتلاءم مع كل نوع من أنواع الاستخدام .

ب ـ المياه المالحة ودرجة الجودة :

يبين الجدول رقم (٣) نوعية الملوثات ،وهل أن كمياتها وتراكيزها الواردة الى البحر عن طريق المصب مقبولة أم لا ،والمعالجة المطلوبة لمياه الصرف والتي يجب أن تسبق المصب البحري . ومن الجدول نلاحظ ضرورة ابعاد الجزئيات، وكذلك الزيوت والمواد الطافية ،مثل صب مياه المجاري المعالجة في البحر ، وكذلك،فان من المواد غير المقبولة هناك المعادن الثقيلة والمواد العضوية المقاومة والعصية على الهضم ،مثل المبيدات الزراعية ،وهذه يجب أن نتخلص منها اعتبارا من منبعها .

وفي حالة المعادن الثقيلة ،فان مراحل المعالجة البيولوجية والكيميائية تحقق تخفيضا لتركيزها ، يتراوح بين ٥٠ ـ ٩٠ ٪ . والسؤ ال الذي يطرح نفسه هنا هو : أين يمكن التخلص من المواد المترسبة والحاوية على مثل هذه المعادن الثقيلة ؟

كمحطة نهائية ممكنة ،هناك الارض والهواء أو البحر . وبالنسبة للجو،فان حرق الرواسب يوصل قسما من الملوثات الموجودة فيها الى الجو ،ولكنها ستأتي الى اليابسة .

الجدول رقم ٢ : درجة الجودة وعلاقتها باستعمال مصادر المياه العذبة (3)

نوع استعمال المياه	أهم العوامل لدرجة الجودة
ـ الطاقة	الاوكسجين المنحل ـ قيمة pH
ـ الحماية من الفيضانات	ـ
ـ السقاية	المواد الصلبة المذابة ـ الناقلية الكهربائية ـ الجراثيم الممرضة والطفيليات والفيروسات .
ـ الشرب	اللون ـ العكارة ـ القساوة ـ الجراثيم الممرضة ـ المواد العضوية .
ـ الصناعة	القساوة ـ قيمة pH ـ الاوكسجين المنحل ـ
ـ الملاحة (النقل)	المواد العالقة ـ قيمة pH
ـ صيد السمك	الاوكسجين المنحل ـ المبيدات الزراعية ـ ثاني اوكسيد الكربون ـ قيمة pH المعادن الثقيلة .
ـ السياحة (السباحة .. الخ)	الجراثيم الممرضة ـ قيمة pH
ـ حماية الطبيعة	ـ
ـ التخلص من النفايات	ـ

الجدول رقم (٣) قبول تراكيز الملوثات الواردة الى البحر عن طريق المصب البحري، أو رفضها، ودرجة المعالجة لمياه الصرف قبل المصب (4)

الملوثات	قبول تراكيز الملوثات الواردة الى البحر عن طريق المصب البحري لمياه الصرف أو رفضها .	درجة المعالجة المطلوبة لمياه الصرف قبل المصب البحري .
- الجزئيات من المواد الصلبة .	جزئيا مقبول	-
- زيوت ومواد طافية	غير مقبول	معالجة ميكانيكية (مصايد الزيوت والدهان..)
- المواد العضوية	مقبول	-
- المواد المغذية (مركبات الآزوت والفوسفور)	مقبول	-
- الجراثيم الممرضة	مقبول	-
- المعادن الثقيلة	غير مقبول	ازالتها في المنبع وضمان ابعادها عن الدورة المائية .
- مركبات الكلور العضوية ومشيلاتها من مركبات المبيدات الزراعية مثل (..,PCB,DDT)	غير مقبول	

أو الى البحر من خلال الامطار ،ونحن اذا ما فكرنا باستخدام الحمأة الغنية، بمثل هذه المواد الثقيلة والمواد المقاومة والعصية على الهضم للاغراض الزراعية ،أو قمنا بدفنها في حقول الطمر الصحي ، فاننا سنعاني من مشكلة امكانية وصول الملوثات الى المياه الجوفية ،أو دخولها الى جسم النباتات .

واذا راعينا الاعتبارات البيئية للوحدات المختلفة لمعالجة مياه الصرف ، سواء منها الميكانيكية ،أو الميكانيكية - البيولوجية ،أو الكيميائية ،فانه من الطبيعي أن يبقى في المياه المعالجة بعض الملوثات التي ستساق من جديد الى البيئة . وحتى نحقق حماية أفضل للبيئة،فان علينا أن نطور استراتيجية المصب،بهدف التخلص،قدر الامكان،من الملوثات الباقية ، وهذا الامر يمكن تحقيقه من خلال المصبات البحرية المنفذة بواسطة تصاميم دقيقة .

أمام كل هذه الاعتبارات نجد أن المهندس الذي يعالج هذه القضية العلمية أمامه مشكلة تتعلق بالبحث،ومن ثم تحديد أفضل الامكانيات المتعلقة بمعالجة مياه الصرف (تخفيض ملوثات مياه الصرف قبل صبها) وبالنسبة لمنشآت المصبات البحرية (هناك قضية تخفيض تلويث البيئة بتحديد كمية المياه المراد صبها).

التجارب العديدة المطبقة في أنحاء كثيرة من العالم،توضح أن نموذج المعالجة المركب من مرحلة معالجة ميكانيكية،يليها المنشآت الملائمة للمصبات البحرية،لتعطي أفضل الحلول في هذا المجال ، وهذا مطبق فعلا في الدانمارك والولايات المتحدة الاميريكية، بينما يتم في بريطانيا الاستغناء غالبا عن وحدات معالجة مياه الصرف.

وبالمقابل نجد أن حالة كثير من سواحل البحار ليست مرضية،وهذا يعود حتما الى عدم مراعاة التصاميم الانشائية والهيدرولوجية وميكانيك التيارات بشكل دقيق لدى تنفيذ منشآت المصبات البحرية .

٤ – دراسة ميكانيك التيارات البحرية لانجاح عمل المصب البحري في التخلص من مياه الصرف :

(flow mechanical study)

ان نموذج مصب بحري لمياه الصرف يكون من خلال مدّ خطوط مجارير على أرضية البحر ،وهذه الخطوط يجب أن تنظم، وتمد بشكل رئيسي،متعامدة مع خط الشاطىء (الشكل رقم ٣) . وطالما أن أرضية البحر في المواقع المجاورة للسواحل هي بشكل عام ذات ميول ضعيفة،فان ذلك يقتضي على الغالب تمديدات من الانابيب بطول عدة كيلو مترات،لكل واحد منهم، اذا افترضنا ضرورة وضع المصب في عمق كاف من البحر . ولما كانت تيارات الامواج القوية تتركز في الطبقات البحرية العليا ، فان علينا أن نضع المصب في الاعماق الكبيرة ، اذا اردنا أن نحميه من خطر هذه التيارات ،كما يجب أن يوجد في نهاية الانبوب جزء رذاذ بفتحات صغيرة عديدة تتوزع منها مياه الصرف على طول كبير في البحر .

والمعطيات الهندسية لمصب بحري لمياه الصرف يمكن أن تتصف بكون المقاييس الافقية للمصدر المائي أكبر بكثير من طول الرذاذ (Diffusor) ،وهذه المقاييس تشكل حجما قياسيا كبيرا في عمق المياه .

ان قطر الرذاذ وأبعاد فتحاته العديدة تقع في مجال أطول من متر الى عدة أمتار، ويكون قطر الفتحات عموما بحدود ١٠ سم .

ان تصميم مصب بحريّ فعال وناجح من ناحية التنفيذ لا يكفي أن يؤمن – قدر الامكان – خروج مياه المجاري لكل وحدة طول على كامل جسم الرذاذ بشكل ثابت ، بل يجب ان يؤمن أيضا تجنب عمليات الترسيب أو التسرب للمياه البحرية المالجة الى المصب ،وعليه أن يضمن أيضا أصغر مقدار ممكن من فواقد الطاقة. ونحن لن نعالج هذه المشاكل الخاصة بجريانات المياه الداخلية (داخل المصب) في دراستنا هذه .

والسؤال الجوهري هنا يتعلق بامكانية اقامة المصب البحري تحت مراعاة الشروط المتوفرة،بحيث يحقق متطلبات جودة المصدر المائي . وبالنسبة لفعالية وجودة التخلص من مياه المجاري عن طريق المصب البحري،فان الامر الاساسي فيها يتعلق،من جهة،بخلط مياه المجاري بالبحر وتخفيف

تركيزها ،ومن جهة أخرى بعمليات الهضم الكيميائي ـ البيولوجي وعمليات التعقيم ومراحل الترويب والترسيب ٠

ان معالجة موضوع الخلط وتخفيف التركيز يقعَ ضمن اطار ميكانيك التيارات المائية البحرية الذي يبين القواعد التي تقوم عليها الاختلاطات الجائشة لمياه الصرف بمياه البحر وعمليات نقل مياه الصرف في البحر حيث يخفض تركيزها ٠

وهنا يمكن التمييز بين ثلاث مراحل متتالية، تتعلق بموقع المصب ومدى البعد عنه والزمن اللازم حسب شدة الخلط. الشكل رقم (٤) ٠

ان مياه المجاري المساقة الى البحر تملك طاقة حركية (Kinetics energy) بسبب سرعة خروجها من المصب البحري ، وتملك أيضا طاقة كامنة

(potential energy)

بسبب اختلاف الكثافة بين مياه الصرف ومياه البحر ٠ وتتكون التيارات الجائشة نتيجة قوى الدفع والرفع ،والتي يتحرك السائل (مياه المجاري) بواسطتها بسرعة كبيرة نسبيا باتجاه السائل المحيط (مياه البحر) ((المجال 1)) ٠ ويأخذ خليط المياه (مجار + مياه البحر) تحت تأثير القوى السابقة المنحنٰ العمودي ٠ وهذا الاختلاط يؤدي الى ارتفاع درجة التخفيف (الانحلال) للوسط السائل الجائش الاصلي ،وكذلك يؤدي الى تخفيض تركيز الملوثات بابتعادها عن مكان خروجها٠

وفي مجال تراكب الطبقات المائية (المجال 2) تنتشر مياه الصرف المخففة سابقا في الوضع الافقي ، إما على سطح مياه البحر ،وإما في عمق محدد لتراكب الطبقات المختلفة الكثافة ؛ أي ما يسمى بالطبقة الحيادية (في هذه الطبقة تكون كثافة المياه الجائشة المكونة من مياه المجاري + مياه البحر مساوية للكثافة في الوسط المحيط) ،وتميل سماكة هذه الطبقة الحيادية الى الانخفاض كلما أصبح الانتشار أفقيا ،وبعد استهلاك طاقة المصب فان المجاري المخففة التركيز تتركز دوما في حقل خاص بها، وتسلك سلوك مياه البحر المحيطة بها ، فتتحرك سلبا تماما كما تتحرك مياه البحر ،وهذا أشبه ما يكون بدخان المصانع عندما يتحرك بعكس اتجاه الرياح. في هذه المرحلة الثالثة (3) يتم الخلط بسبب الاضطراب الطبيعي للتيارات البحرية ، الا أن هذا الخلط هو أضعف بكثير مما هو عليه في مجال الخلط الديناميكي الفعال (خصوصا في المرحلة 1)، وبذلك يكون مجموع فعاليات المجالات الديناميكية الخاصة بالتيارات في تخفيض تركيز مياه المجاري مساويا لعامل الاختزال : 10^{3}٠

نستنتج من ذلك أن فعاليات العملية الديناميكية الخاصة بالتيارات في تخفيض التركيز (ميكانيك التيارات البحرية المعالجة لعملية خلط وتخفيف التركيز) لا تكفي وحدها لمعالجة مياه الصرف المساقة عبر المصب الى البحر ،فمن المؤكد أنها لن تحقق شروط المعالجة الاساسية والمطلوبة لمياه المجاري هذه المعالجة التي لن تحقق بشكل كامل ومقبول اضافة الى العمليات السابقة الا من خلال عمليات الهضم الكيميائي البيولوجي وعمليات التعقيم التي تتعرض لها مياه المجاري المساقة عبر المصب الى البحر ٠ مقابل هذا الرقم نقف أمام متطلبات جودة لمياه البحر هي جزئيا أعلى بكثير ،فمثلا بسوق مياه مجار معالجة ميكانيكيا بشكل مسبق وحاوية لعدد من عصيات الكوليفورم يبلغ بحدود 10^{6} لكل واحد مل تقريبا الى البحر ، فانه لا يمكننا قبول

هذه المياه ،لان قيم ملوثاتها لا تتناسب مع المعايير المسموح بها في مياه السباحة الشاطئية التي يجب الا تزيد عصيات الكوليفورم فيها عن ١٠ لكل واحد مل ماء ،ويعني هذا بالنتيجة أن عامل الاختزال المطلوب هو ١٠° .

ان ما قلناه يقودنا الى نتيجة أن ديناميكية المياه لا تكفي وحدها لتخفيف التركيز حتى العامل ١٠° ،ويتطلب هذا ،الى جانب تحقيق ايجابيات عملية ميكانيك التيارات المائية البحرية الخاصة بالخلط وتخفيف التركيز ، أن تكون مدة البقاء الاصغرية لمياه المجاري التي تقودها التيارات المائية حتى تصل الى الشاطئ كبيرة كفاية بحيث تحقق معها عمليات الهضم والتعقيم . وكمقياس زمني لذلك،يعتمد المجال الزمني الذي ينخفض فيه التركيز الاصلي حتى ١٠ ٠/٠ من خلال عمليات الهضم والتحلل بواسطة بيولوجيا البحر المحلية ،هذا المجال محدد بحالة المحيط الباسيفيكي مثلا ما بين ٢ - ٨ ساعات . وحول ديناميكية التيارات البحرية واختلاطها بمياه المجاري وانتشار حقول مياه الصرف وانتقالها في الوسط البحري ،نطرح أهم الملاحظات التي تهم البحث والتي يمكن الرجوع الى تفاصيلها في المراجع (10,9,8,7,6).

- ان تزايد عمق المصب (Y_o) (الشكل رقم ٤) يقتضي بالضرورة البحث عن مكان آخر أكثر عمقا . وان تصغير مقطع الخروج (do) برفع سرعة الخروج (Uo) يزيد وبشكل هائل من حاجة المصب الى الطاقة .
- ان التخفيف الاولي للتركيز من خلال قوى الدفع والرفع معطى بالقيمة التي يدخل فيها مجال حقل مياه الصرف على ارتفاع Yb (الشكل رقم ٤) .

ان سرعة التيار البحري لها دور هام في تحديد عملية نقل حقل مياه الصرف وانتشاره في البحر ،ونحن اذا عرفنا من خلال الشروط الاستمرارية (Kontinuitats-bedingung) سرعة التيار البحري (Uh) يمكننا حساب سماكة حقل مياه الصرف (H) الواقع أعلى الرذاذ بشكل تقريبي ،وفي الحالة الشاذة التي تكون فيها سرعة التيار البحري معدومة (Uh = O) تكون عملية نقل التيارات البحرية لحقل مياه الصرف قليلة جدا أو معدومة ، مما يتسبب في زيادة كبيرة لسماكة حقل مياه الصرف أعلى الرذاذ ،حتى يمكن للحقل أن يمتد ليأخذ مساحة كامل عمق المياه ولنا مثال تقريبي على ذلك بصب مياه تبريد المصانع بكميات كبيرة جدا في مصادر مائية قليلة الاعماق . ونصل هنا الى نتيجة بدهية تقول ان عملية التخفيف الاولي للتركيز تحقق من خلال نقل مياه الصرف بواسطة التيارات البحرية ، أي من خلال عمق المياه وسرعة التيارات البحرية فيها .

- ان تحقيق الحالة المثلى للمصب البحري لمياه الصرف يكون من خلال عامل العمق الذي يحدد حيادية مياه الصرف (أي أن تكون واقعة في الوسط الحيادي) . ولهذا العامل دور هام،فمن جهة،يلزم أن يكون حقل مياه الصرف (Sewage field) واقعا تحت عمق كاف من سطح البحر ،ومن جهة أخرى ، يقل تخفيف التركيز الاولي كلما ازداد مكان حقل مياه الصرف عمقا . والعامل الحاسم في تحديد ارتفاع حقل مياه الصرف هو كثافة طبقات البحر عند موقع الصب ،والتي تتغير تبعا لفصول السنة.ففي

اوقات محددة من العام مثلا تختلف ارتفاعات حقل مياه الصرف .

ان ضمان وجود حقل لمياه الصرف تحت سطح البحر،لا يمكن ان يكون الا بشرط كون مياه البحر غير متجانسة (مختلفة الكثافة) ،فهي اذا كانت متجانسة انتقل حقل مياه الصرف الى السطح بسهولة، لان مياه الصرف أخف من مياه الوسط البحري .

- ان حقل مياه الصرف المخفف التركيز يخضع لعوامل انتشار من خلال التيارات البحرية . وحساب هذه العمليات في هذه المرحلة 3 يمكن أن يتم من خلال نماذج عددية ذات بعدين افقيين . واساس مثل هذه النماذج هو في معادلات الحركة الشاقولية التكاملية في اتجاهين أفقيين ، ومعادلات الاستمرارية التي تصف عمق المياه وعناصر السرعة Uh ، وبسبب عدم دقة الفرضيات للعوامل الفيزيائية،فانه يكتفى حاليا بتقدير انتشار مياه الصرف من خلال التيارات البحرية التي تعتمد الحسابات ذات البعدين الافقيين للتيارات البحرية المستقرة باهمال الانتشار الشاقولي .

٥ - تخطيط هندسي للتخلص من مياه الصرف الصحي لمدينة اللاذقية الساحلية بواسطة المصبات البحرية :

بالاستناد الى ما تقدم،فانه من المنطقي والبديهي ان نفكر بالتخلص من مياه الصرف الصحي لمدينة اللاذقية الساحلية عن طريق المصبات التي تصب في مياه البحر الابيض المتوسط،مقدمين مقارنة بين هذه الطريقة التي أثبتنا فعاليتها وامكانية تطبيقها ، بعد مراعاة الشروط الفنية والعلمية المذكورة ،وبقية الطرق الاخرى،كمصب مياه المجاري في الانهار والبحيرات بعد معالجتها بوحدات المعالجة الميكانيكية - البيولوجية المعتمدة في كثير من مدن العالم،ليمكن لنا الحكم بالنهاية على جدوى هذه الطريقة وتفضيلها على بقية الطرق الممكنة التطبيق . ومن المفيد هنا الاشارة الى ايجابية ترشح اختيار هذه الطريقة،وهي افتقار مياه البحر الابيض المتوسط، وخصوصا في شواطئه الشرقية التي تقع المدن الساحلية السورية عليها،الى المواد المغذية الاساسية (الفوسفور بشكل اساسي والازوت) واللازمة لتغذية النباتات الخضراء،وهي مستوى أساسي في السلسلة الغذائية للكائنات البحرية .

آ- الوضع الراهن :

تمتلك مدينة اللاذقية حاليا شبكة واسعة من اقنية الصرف الصحي تعمل بنظام الصرف المختلط ،وتعمل مجمل أقنية هذه الشبكة ناقلة معها مياه الامطار عبر أقنية المصافي المطرية بالاسالة (الجريان الحر) والتي تصب عبر الفوانض المطرية من (1 - 13) في مناطق عديدة على البحر الابيض المتوسط (الشكل رقم ٥) . وحاليا تصب مياه مجاري مدينة اللاذقية في البحر الابيض المتوسط في موقعين رئيسيين ،فبالنسبة لمياه المجاري للاحياء السكنية العديدة الواقعة شمال مدينة اللاذقية تصب في موقع افاميا قرب المروج ،وبالنسبة للاحياء السكنية الواقعة جنوب المدينة تصب مياه مجاريها في موقع العائدين. وهذان المصبان يصبان مياه المجاري الملوثة مباشرة في البحر،مما يشكل

تلويثا مباشرا وضارا بالشواطىء الساحلية، و خصوصا اذا أضفنا الى معلوماتنا أن هذه المياه يتم صبها في البحر دون أية معالجة تذكر، وفي هذا أكبر الضرر للصحة البيئية ولصحة الشواطىء و مستخدميها . و حتى اليوم لا توجد معالجة لمياه الصرف الصحي مما يسيء الى البيئة في المناطق السياحية الموجودة في شمال المدينة وجنوبها ، لذلك فانه من الضروري جدا وضع خطة تضمن التخلص من مياه الصرف الصحي لمدينة اللاذقية .

ب - معالجة مياه الصرف الصحي :

لدى استقراء المعطيات العمرانية والطبو غرافية، فانه يمكننا تحديد المواقع التالية كأماكن صالحة لانشاء وحدات الصرف الصحي (الشكل رقم ٥) :

في الشمال ١ - الجوار
٢ - المروج
في الجنوب ٣ - العائدون
٤ - البصة

ويمكن القاء نظرة عامة على المواقع المختلفة ودرجة المعالجة الخاصة بكل منها من خلال الجدول رقم (٤) الذي يفاضل بين درجات معالجة مياه الصرف في مدينة اللاذقية بالعلاقة مع موقع وحدة المعالجة ومصبات التصريف (بحر - نهر) . ومن الضروري الاشارة الى انه طالما أن النهر الكبير الشمالي الموجود في اللاذقية يوفر المياه الكافية واللازمة لسقاية المزروعات، وحتى انه يمكن استخدام مياهه للاغراض الصناعية أيضا ، فانه من غير المنطقي أن نعيد استخدام المياه المعالجة للاغراض الزراعية أو الصناعية . ويوضح الجدول أن صب المياه المعالجة في البحر في موقع المروج يمكن أن يتم عند نقطتين هما :

- موقع (الخضر) وتكون قناة الصب في البحر قصيرة ، الا أنه بحالة المعالجة غير الكافية ، فانه يخشى من تلوث شواطىء السباحة بسبب رياح الصيف القادمة بشكل رئيسي من الجنوب، والتي تقود مياه الصرف من جديد الى السواحل (الخلجان) .
- موقع رأس ابن هانىء، وهنا من الضروري ، ان تكون قناة الصب في البحر طويلة ، لانها تضمن، اذا لم تكن المعالجة كافية، حماية شواطىء السباحة بشكل أفضل .

ويمكن ان نعتمد نظام المعالجة الميكانيكية - البيولوجية ((بشكل كامل أو جزئي بيولوجيا)) لمياه الصرف الصحي ، ودرجة المعالجة هذه تحدد طول المصب البحري ، وهذا يعني أنه كلما كانت استطاعة وحدة المعالجة أفضل، كان بالامكان تقصير طول المصب البحري؛ ويمكن أيضا اعتماد المعالجة الميكانيكية فقط، والتي يجب أن تسبق المصب البحري ، ويقتضي ذلك مصبا بحريا أطول ممتدا في عرض البحر ؛ وكذلك الامر فيما لو اخترنا موقع العائدين كنقطة انطلاق للمصب البحري .

ان تحديد طول المصب البحري وعمقه سواء في موقع المروج أو العائدين، يقتضي معرفة ميكانيك التيارات البحرية وديناميكيتها ودرجة الحرارة ونسبة الملوحة والمعطيات الطبوغرافية وخواص الطبقات الارضية البحرية وبيولوجية البحر الابيض المتوسط . وترجع أهمية هذه المعلومات الى أن طبيعة البحر الابيض المتوسط هي طبيعة معقدة قياسا بالبحار الاخرى .

الجدول رقم – ٤ – المفاضلة بين درجات معالجة مياه الصرف الصحي في مدينة اللاذقية بالعلاقة مع موقع وحدة المعالجة ومصبات التصريف (بحر – نهر ٠٠) (١١)

موقع وحدة المعالجة	مصب التصريف		اعادة استعمال المياه للمعالجة	درجة المعالجة		
	بحر	نهر		معالجة ميكانيكية	معالجة ميكانيكية وبيولوجية	معالجة متقدمة
الجوار	×		×		×	×
المروج		×		×	×	
العائدون		×		×	×	
البصة	×					×

أضف الى ذلك أن أرضية البحر في المواقع المجاورة للسواحل العربية السورية، هي بشكل عام ذات ميول حادة، وبشكل مفاجىء في كثير من الاحيان، بحيث يسهل الانتقال من أعماق صغيرة الى أعماق كبيرة مباشرة ودون تدرج ٠ وهذا يعني بالضرورة طولا أقصر لانبوب المصب البحري في البحر الابيض المتوسط بشكل خاص ٠

واذا افترضنا أن ما درسناه سابقا على البحار، بشكل عام، يصح بالنسبة للبحر الابيض المتوسط ، فان ذلك يعني أن العمق المحدد يلعب دورا في تخفيف تركيز مياه المجاري حتى العامل 10^3 من خلال فعاليات المجالات الديناميكية الخاصة بالتيارات البحرية ،وقد يكون هذا الرقم بالنسبة للبحر الابيض المتوسط أقل بسبب مواصفات تيارات البحر الابيض المتوسط الداخلية منها والخارجية ٠ وكما أثبتنا سابقا، ان هذه النسبة لا تكفي لتحديد درجة الجودة المطلوبة لشواطىء مدينة اللاذقية التي تستخدم لاغراض السباحة، مما يقتضي الامر تحديدا لطول المصب، بحيث يكون الزمن اللازم لانخفاض التركيز الاصلي حتى ١٠ ٠/٠ من خلال عمليات الهضم والتحلل البيولوجي للبحر الابيض المتوسط ٠ وهذا المجال الزمني يمكن تحديده بتجارب ميدانية مبسطة، تعتمد نماذج مشابهة لطبيعة الملوثات، كالكرات الصغيرة مثلا ، والتي تترك في أبعاد مختلفة، لنراقب بعد ذلك تحركاتها في البحر ٠ ويبقى ضمان جودة الشواطىء الساحلية في اللاذقية بالشكل الامثل مرتبطا بتطبيق ما ذكرناه سابقا من ملاحظات، وخاصة تحقيق تنفيذ وبناء منشآت المصب البحري بشكل بالغ الدقة ونتيجة دراسة متكاملة ٠ وفي حال العجز عن تنفيذ مثل هذه المصبات البحرية بالشكل الذي حددناه في أحد موقعي المروج والعائدين، وأردنا اعتماد نظام المصبات الداخلية (نهر – بحيرة – لجري المزروعات) فالجدول رقم (٤) يعرض حلين بديلين ،باختيار أحد موقعي البصة والجوار ،ففي موقع البصة يجب اعتماد

المعالجة الميكانيكية – البيولوجية التي يليها معالجة متقدمة، لان مياه الصرف المعالجة ستصب في النهر الكبير الشمالي الذي يستخدم أيضا لاغراض السياحة، كالسباحة مثلا . أما في موقع الجوار، فيجب اعتماد نظام المعالجة الميكانيكية – البيولوجية، وقد يليها معالجة متقدمة في حال الرغبة باستخدام مياه الصرف المعالجة لاغراض الزراعة ، كون الموقع تحيطه الاراضي الزراعية الواسعة . وبذلك يكون الموقع المذكور هو الموقع الامثل لانشاء وحدة معالجة مياه صرف صحي لمدينة اللاذقية . وقد توصلنا الى هذه النتيجة الهامة من خلال دراسة تقويمية تفصيلية لاختيار المواقع ونوعية المعالجة، مراعين المعطيات الخاصة باقتصاد المياه ،ومعطيات التوسع العمراني والسياحي للمدينة؛ ويمكن العودة الى تفاصيل هذه الدراسة في المرجع (11) .

وبالنتيجة يبقى اختيار تصريف مياه المجاري عن طريق مصب بحري يمكن أن يقام في احد موقعي المروج أو العائدين ، او اختيار التصريف الداخلي (نهر – بحيرة – للاغراض الزراعية) في أحد موقعي البصة أو الجوار خاضعا بالدرجة الاولى للاعتبارات الاقتصادية .

٦- معطيات علمية عامة لاستخدام المصبات البحرية :

ان استخدام المصبات البحرية للتخلص من مياه المجاري في مدينة اللاذقية يقتضي اجراء التحاليل والدراسات الاوقيانوغرافية (علم مياه المحيطات والبحار) الخاصة بساحل البحر الأبيض المتوسط من النواحي الفيزيائية والكيميائية . وتتركز المعطيات المطلوب معرفتها بسرعة واتجاه التيارات البحرية ودرجة الحرارة ونسبة الملوحة ونسبة المواد المغذية .

وفي النواحي الجيولوجية، فان علينا معرفة كيمياء الترسيب وحجم الحبيبات القاعية وطبيعة القاع البحري وكل ما يتعلق بطبوغرافيته وخواص الطبقات الارضية لقاع البحر .

أما من النواحي البيولوجية، فان علينا أن نعرف المعلومات اللازمة حول البلانكتونات النباتية والحيوانية والبنتوس النباتي والحيواني وأصناف السمك والكائنات الحية الدقيقة .

وكنا قد أثبتنا في الدراسة أن فعالية وجودة التخلص من مياه المجاري بواسطة المصب البحري ، تتم من خلال العمليات الديناميكية الخاصة للتيارات البحرية (ميكانيك التيارات البحرية المعالجة لعمليات الخلط وتخفيف التركيز) ومن خلال عمليات الهضم البيوكيميائي المكملة . واثبتنا ان درجة المعالجة في المرحلة الاولى بنماذج هيدروديناميكية احصائية Hydro - dynamic numeric model أوضحناها في الشكل رقم – ٤ – يمكن أن تخفض نسبة الملوثات البكتريولوجية لمياه المجاري في مدينة اللاذقية حتى درجة ٣٠ .

ولما كان خلط مياه المجاري بمياه البحر وتخفيض تركيزها متعلقا بشكل أساسي بحركة التيارات البحرية وسرعتها، فقد أوضحنا ذلك سابقا في دراستنا، منطلقين من توضيح العمليات الاجرائية لهذا الخلط من الاسفل (بداية نفوذ مياه الصرف من فتحات الرذاذ في المصب البحري) والى الاعلى (تشكل حقل مياه الصرف) وبعد ذلك خلطها وتخفيف تركيزها بفعل سرعة التيارات البحرية وعمق المياه.

الا أن هناك دراسات اضافية اخرى تبحث في تأثير الرياح على حركة التيارات البحرية (من الاعلى الى الاسفل) .

وهذه الدراسات تستند الى نموذج ذى بعدين يتعلق بتحديد الاتجاه العمودي فقط للرياح التي توءثر على حركة واتجاه وسوق التيارات البحرية ، ولما كان هذا التأثير لتعلقه بالاتجاه العمودي فقط ضعيفا ،ذلك أن تأثر التيارات البحرية بالرياح ينخفض بسرعة كلما تزايد عمق المياه ، فاننا نكمل الايضاح الدقيق لتأثيرات الرياح على التيارات البحرية من خلال نموذج ذي ثلاثة أبعاد يتعلق بالاتجاهات العمودية والافقية معا .

أما فيما يتعلق بعمليات الهضم البيوكيمائي لمياه المجاري في مياه البحر ،فانه لم تدرس حتى اليوم - باستثناء نتائج أبحاث قليلة ظهرت حديثا - التأثيرات الكمية للمواد المغذية والبلانكتونات ودرجة الملوحة والحرارة والاشعاع الشمسي على حياة الملوثات الجرثومية لمياه المجاري .

ان آخر الابحاث الفرنسية الحديثة ذكر أن ازالة الجراثيم من المخالفات البشرية في الوسط البحري لا تتم من خلال ملوحة البحر وتأثير الاشعة فوق البنفسجية للشمس كما هو معتقد ،بل تتم بشكل رئيسي عن طريق الفعل الحيوي المضاد (مضادات حيوية) الذي تفرزه العوالق النباتية Phyto-plankton ولا سيما بعض الطحالب احادية الخلية (المشطورات) Diatoms في أعالي البحار،وما تفرزه أيضا البكتريات القاعية Benthic Bact. وتحدد عملية الهضم البيولوجي من خلال طول المصب ، أي الزمن اللازم لانخفاض التركيز الاصلي للملوثات حتى نسبة ١٠ ٠/٠ بواسطة البيولوجية المحلية للبحر ،ولذلك تلزمنا معرفة بيولوجية البحر الابيض المتوسط عند الشواطىء العربية السورية لتحديد طول المصب . وخاصة ما يتعلق بالبلانكتونات والبنتوس (البكتريات القاعية) ،وذلك لمعرفة الزمن الاصغري الواجب تأمينه ، أي طول المصب .

ويجب أن نوءكد على أهمية اجراء القياسات الاوقيانوغرافية (فيزيائية ، كيميائية ،بيولوجية للبحر الابيض المتوسط عند الشواطىء العربية السورية) . ويمكن بعدها اجراء محاولة وضع موديل (نموذج) رياضي لا يراعي فقط عمليات الخلط الديناميكية لمياه البحر ومياه المجاري بعضها ببعض ،وانما أيضا موت بكتيريا مياه المجاري (من خلال عمليات الهضم البيوكيميائي) . وبمعرفة العوامل الفيزيائية والبيوكيميائية الموءثرة ،يمكن لنا وضع مثل هذا النموذج الرياضي الذي يسمح باجراء استقراءات احصائية،وبالتالي وضع ضوابط دقيقة تتعلق بالمصبات البحرية لمياه المجاري في الساحل العربي السوري وغيره من السواحل المشابهة .

ان التخطيط ووضع النماذج الرياضية بشكلها النهائي لتصميم وتنفيذ المصبات البحرية لمياه الصرف الصحي يتطلب باختصار اجراء العمليات العلمية والعملية التالية :

- المسح البحري (تخطيطا وتنفيذا) (Oceanographic S'urvey)
- تقويم المعلومات أو المعطيات المتممة .
- اتخاذ القرار بشأن الحلول المختلفة لتحديد الموقع المقترح للمصب بالشكل

الامثل .

ويقوم المسح البحري اساسا على استخدام تقنيات عديدة ،من اهمها تجارب تتبع الاثر لتحديد تشتيت dispersion مياه الصرف الصحي في البحر بشكل رئيسي وتغطية الشروط الاوقيافوغرافية السائدة بشكل عام . أما الاحصاءات الاخرى فيمكن الحصول عليها من خلال قياسات الرياح والتيارات التي تجري بشكل مستقل عن تجارب تتبع الاثر . ان دراسة تتبع الاثر تعتبر مكملة لقياسات العوامل الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية ،وهي تقدم معلومات اضافية هامة بخصوص التحكم بالتلوث الشاطئي مستقبلا وبالتالي تسمح بالمزيد من القرارات الدقيقة الواجب على المهندس الصحي اتخاذها حول تصاميم المصبات البحرية لمياه المجاري .

٧- الخلاصة والنتائج :

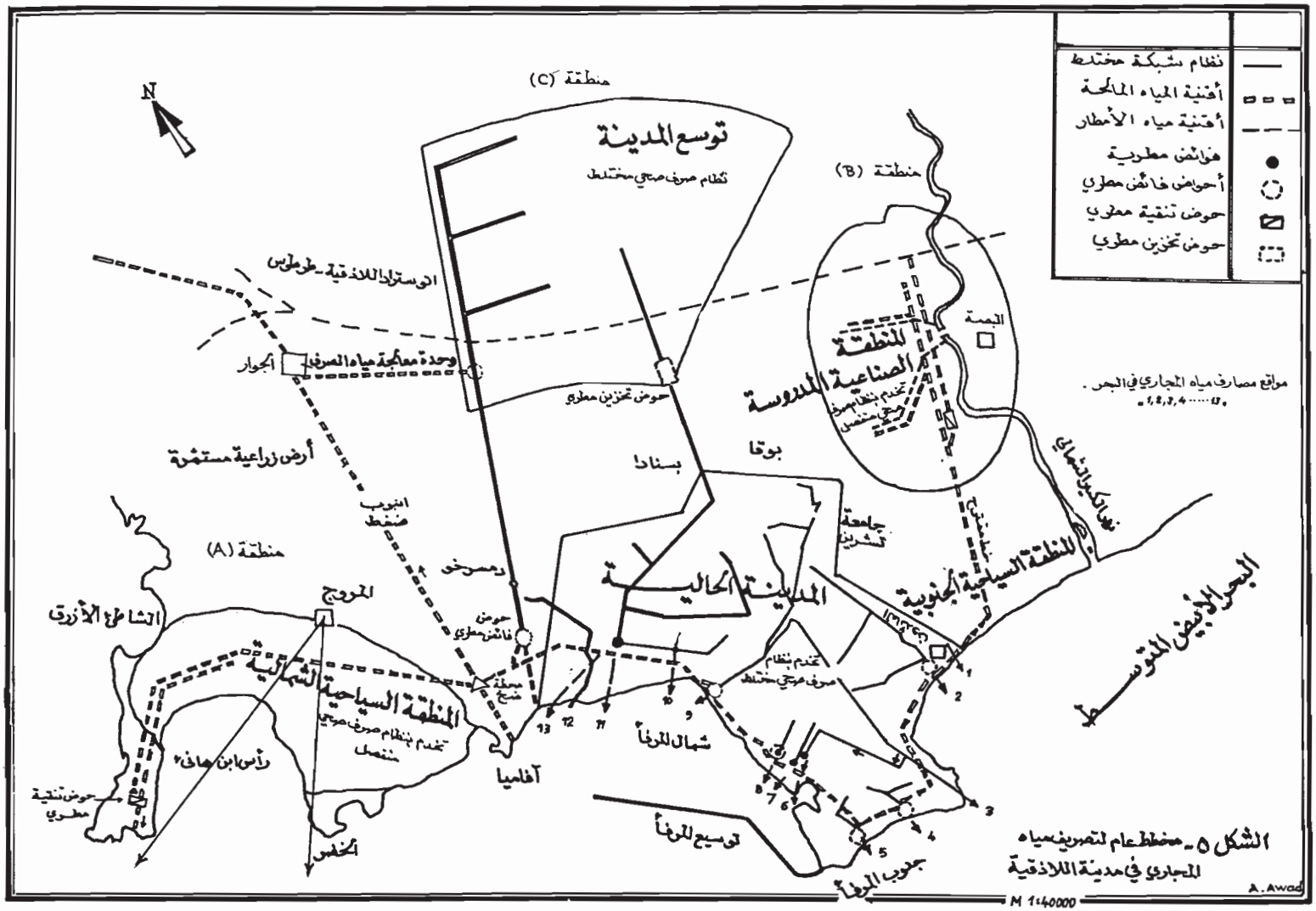
ان مصبات مياه الصرف بالبحر، شريطة اعتماد التخطيط الدقيق، وبغض النظر عن الابعاد أو المقاييس الهائلة التي تحتاجها ،توفر لنا الامكانات الاقتصادية والآمنة للتخلص من المواد الملوثة التي يتم هضمها عموما خلال أيام ، أما بالنسبة للمواد الملوثة السامة وشديدة المقاومة للهضم فيجب علينا وتحت كل الظروف ابعادها عن البحر .

وكما قلنا، فان لديناميكية مياه البحر دورا في تخفيف تركيز المياه الملوثة، الا أنها لا تكفي وحدها للقيام بهذه العملية ،مع العلم أنه في المجال المباشر للمصب يتحقق التخفيف لتركيز مياه الصرف بسرعة وحتى بضع مئات .

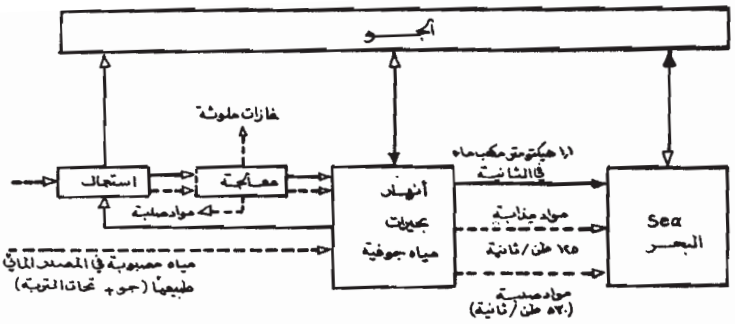
وحتى اليوم لا يوجد نموذج كلي لميكانيك التيارات البحرية يمكّننا من استقراء عمليات الخلط والنقل التي تتعرض لها مياه الصرف المساقة الى البحر ،والوصول الى هكذا نموذج يتطلب أبحاثا عديدة وعميقة في هذا المجال . أما في الوقت الحاضر فعلينا الاكتفاء بالنماذج الجزئية (طرق التكامل للحقل القريب ونماذج ببعدين أفقيين للحقل البعيد لخروج مياه الصرف من المصب) والتي يمكن لها أن تعطينا صورة كاملة من خلال التصورات الهندسية .

ان تنظيم وبناء منشآت المصب البحري يعتبر أمرا حاسما، سواء كمقياس لعمليات الخلط الفعال، أولتخفيف التركيز في المجال القريب من المصب ،وأيضا لتحقيق امكانية الحفاظ على حقل مياه الصرف تحت سطح البحر وذلك في حال كون البحر يضم طبقات مختلفة الكثافة ،وفي هذا المجال الحرج فان الطرق الحسابية لميكانيك الجريان البحري قد تطورت بشكل يحقق ذلك .

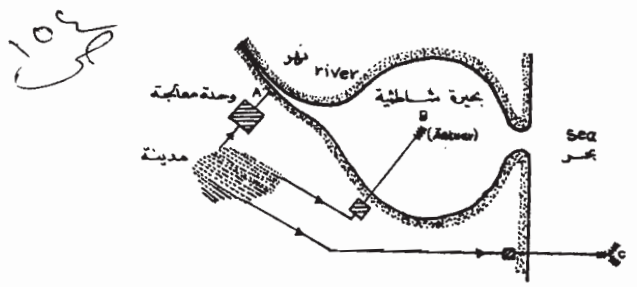
ان التعاون الوثيق والعمل المشترك بين علوم منشآت معالجة مياه الصرف الصحي ، وعلوم ميكانيك التيارات البحرية الذي يجب الانطلاق من ثوابته وقوانينه ومراعاته لتحقيق منشآت مثلى في مجال المصبات البحرية ،يمكّننا على المدى الطويل أن نضمن الحفاظ على جودة مقبولة لجميع المصادر المائية بما فيها البحر .



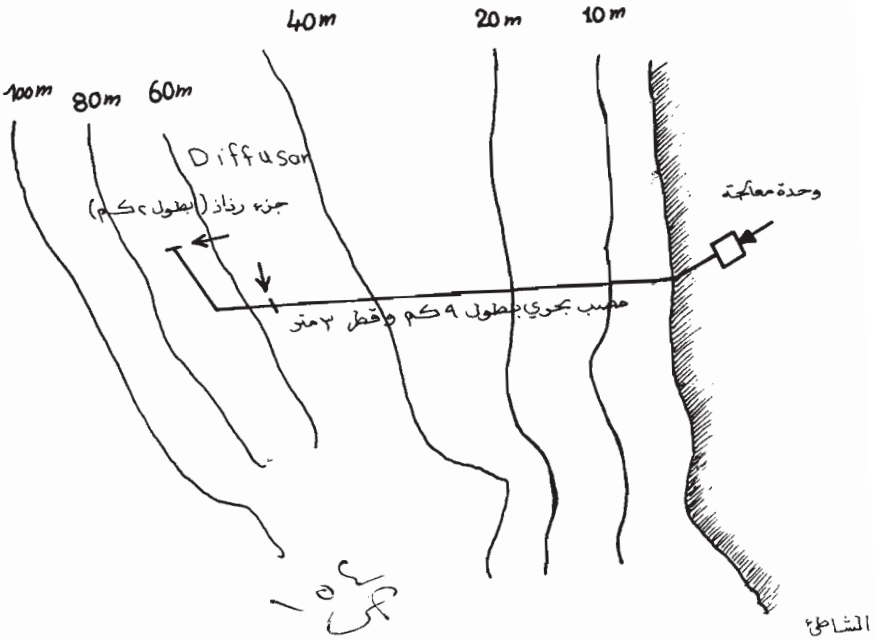
الشكل ٥ ـ مخطط عام لتصريف مياه المجاري في مدينة اللاذقية

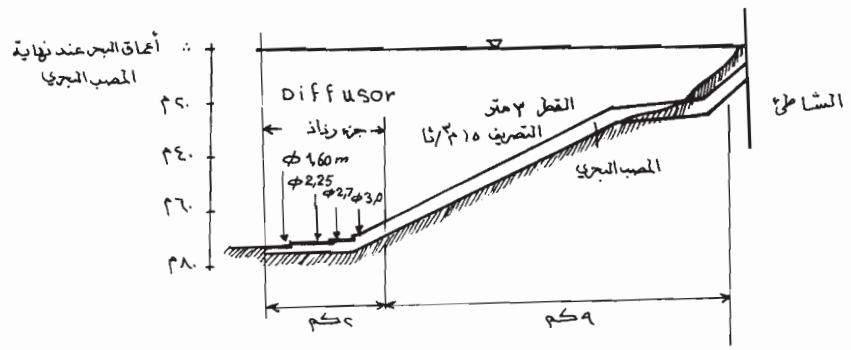


الشكل ١- انتقال محتويات المياه عبر الدورة المائية [١].

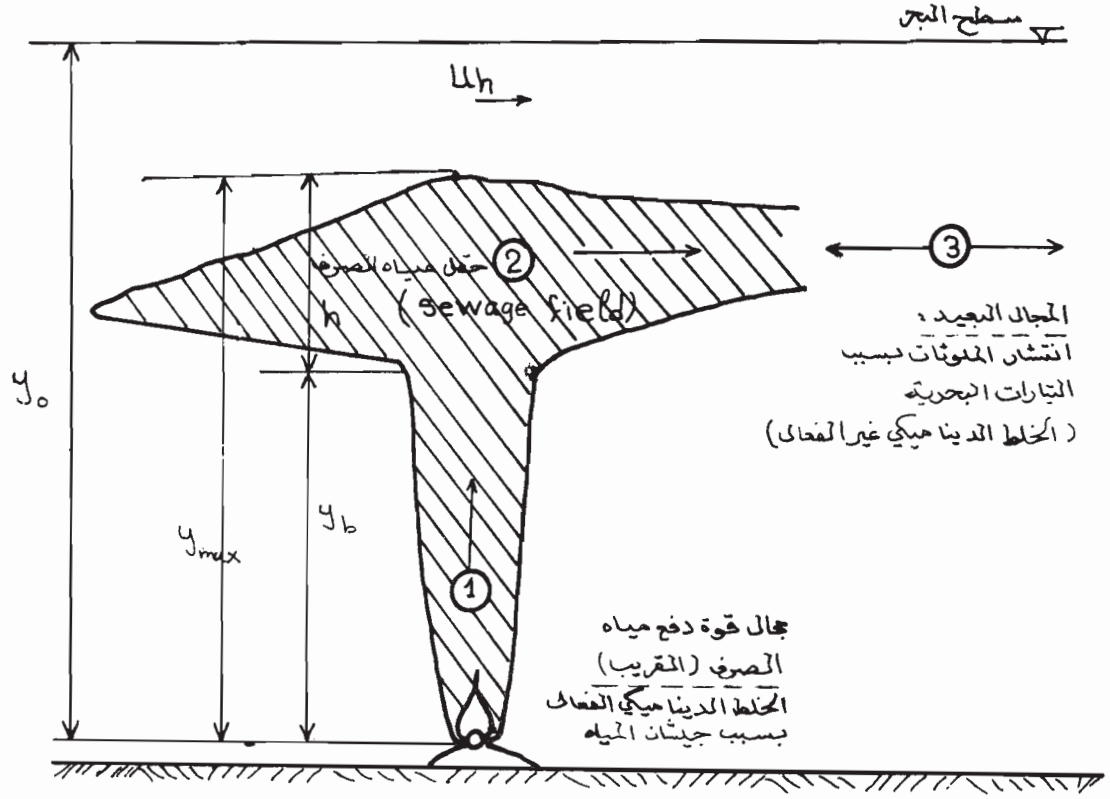


الشكل ٢- مقارنة الامكانيات المختلفة لمعالجة مياه الصرف لمدينة ساحلية





الشكل ٢- المواصفات الهندسية للمصبات البحرية مثال المصب البحري في مدينة كاليفورنيا / أميركا [٥].



الخواصات القياسية

المجال	الطول	الزمن
1	عمق المياه	دقائق
2	طول الجزء الرذاذ	ساعات
3	مجال كبير	أيام

التركيز الممكن تخفيفه

في المجال الدينا ميكي الفعال حتى $10^{0.5}$

" " " غير الفعال حتى $10^{1.5}$

من خلال عمليات ميكانيك التيارات حتى 10^{3}

الشكل ٤ - خروج مياه الصرف من فتحات الجزء الرذاذ في المصب البحري وعلاقته بميكانيك التيارات البحرية

This study handles the role that could be played by the seas in the disposal of sewage water as an ideal solution for disposal of its pollutants with decay times in the order of days . The Paper shows the contrast between the conventional treatment methods and the treatment by ocean outfalls, so that this latter would guarantee no negative effects to human uses and similar uses, considering the proper design of the outlet structure and the economical conditions and to maintain the quality of the sea . The study defines the basic factors to insure a quality degree of water resources in both its kinds, natural rivers, lakes and salt seas in relation to the purpose of its use . It also contains an analysis of the fluid mechanics especially in mixing and transport of the discharged wastes . In addition to the calculation of initial duration process, in case of accumulated density stratification in the sea, insuring the submergence of the sewage field below sea surface . The ratio of decrease in pollutants through flow hydrodynamics and the length of sea outfalls is fixed . Lattakia was taken as a case study, to dispose from its sewage water through an outfall . The result is that the possibility of using the seas including the Mediterranean in disposal of sewage water which already was subject to a primary (mechanical) treatment , on condition that industrial waste which normally includes heavy metals shall not be poured into the Mediterranean , because it could have a negative harmful effect on the sea quality .

REFERENCES

1-Kobus,H.:"Stromungsmechanische Entwurfsaspekte für - Abwassereinleitungen ins Meer", Wasserwirtschaft Journal, Stuttgart,Heft 5,1976,pp.148-155 .

2- Pearson,E.A.:"Marine Waste Disposal Systems",in:"Back - ground Papers for a Research Conference on California Ocean Pollution",1973, 488 PP.

3- Pescod,M.B.:"Objectives of water Quality Management in developing countries" in : Schriftreihe der Universitat Karlsruhe Berichte,Heft 31, 1982,P,36

4-Gameson, Ed.A.L.H:"Discharge of Sewage from Sea outfalls", Proceedings of an International Symposium held at church House, London 1974,Pergamon press , Oxford 1975, 460 pp.

5- Kon ,R.C.Y. and Brooks,N.H.: Fluid Mechanics of Waste Water Disposal in the Ocean"Annual Reviews Inc.,Palo Alto, - California USA . Vol . 7.1975

6-Brooks,N.H.:" Diffusion of sewage Effluent in an Ocean - Current", Waste Disposal in the Marine Environment,Pergamon press, 1960 .

7-Hadjianghelou,H.:"Ein Beitrag zur Berechnung der versch - mutzungsdichte eines auf der Meeresoberflache bewegenden Abwasserfeldes",GWf-Wasser / Abwasser, Jahrgang 113, Heft 6 . 1972 .

8- Kobus,H.:"Anwendung der Dimensionsanalyse in der experimentellen Forschung des Bauingenieurwesens",Die Bautechnik Heft 3, 1974.

9- Kobus, H.:"Ausbreitungsvorgänge in Gewässern"",Bericht SFB 80/T/43 des Sonderforschung - sbereichs 80 an der Universitat Karlsruhe,August 1974.

10- Jenkins,S.H.:"Mediterranean Coastal pollution"proceeding of an conference held at palma, sept . 1977.(previously published in progress in water Technology vol. 12 Nos. 1 and 4).

11- Awad,A.:Abwasserbehandlung Syrisher Städte,Dissertation am Institut f.Siedlungswasserbau, Wassergüte-und - Abfallwirtschaft,Universitat Stuttgart ,7 juli 1983 .