# الخلاصة


يهدف هذا البحث الى دراسة التنقية الذاتية لوادي الزومر اثناء جريان مياه الصرف الصحي من المصب الواقع غرب مدينة نابلس وصولا الى جدار الفصل غرب مدينة طولكرم ويركز البحث ايضا على الملوثات الراشحة او المتسربة من قاع الواد عبر طبقات التربة السطحية على عمق يتراوح بين (1-2) م على طول الوادي . حيث تم دراسة كمية ونوع الملوثات في المياه المتسربة وتأثيرها على جودة المياه الجوفية.

تم اخذ عينتين من الوادي عينة في فترة الجفاف (الصيف) وعينة في الفترة الرطبة ( الشتاء)، حيث تم اخذ ثلاث عينات من الوادي في فترة الصيف (فترة الجفاف) وثلاث عينات في فترة الشتاء (الفترة الرطبة) حيث شملت كل عينة على عينة سطحية ( من المياه الجارية) وعينة من المياه المتسربة على عمق (1-2) م تحت قاع الوادي في اربع مواقع مختلفة على طول الوادي ، وتم اجراء الفحوصات الفيزيائية ( DO, TSS,TDS, pH, EC and Turbidity) والكيميائية (COD, BOD, $NH_4$, $NO_3$, $PO_4$, fecal coliforms and heavy metals) لكل عينة.

من نتائج الفحوصات يمكن تقييم عملية التنقية الذاتية في الوادي في المنطقة بين (ST.1) و (ST.3) فقط، وذلك لعدم وجود اي مصادر اخرى للمياه العادمة حيث ان المصدر الوحيد للوادي هو منطقة المصب غرب مدينة نابلس، ماعدا مجموعة صغيرة من المنازل في قرية عنبتا التي تصب مياهها العادمة في الوادي مباشرة .

من النتائج فان تراكيز (COD,BOD) انخفضت بشكل ملحوظ (جوهري) خلال جريان المياه العادمة من ST.1 الى ST.2 (10 كم) وانخفضت بعد ذلك بشكل هامشي من ST.2 الى ST.3 حيث كانت نتائج (COD,BOD) [514,257] ,[259 ,139] و [298 ,135] ملغرام/ لترعلى التوالي، هذه النتائج تظهر ان تراكيز المواد العضوية تقل باستمرار التدفق من ST.1 الى ST.2.

من ناحية اخرى فان نسبة (COD/BOD) لكل من ST.(1, 2, 3&4) كانت (2.3)-(2.4)-(1.9)-(2.0)، حيث ان نسبة COD/BOD في ST.1+2 متطابق مع النسبة النموذجية للمياه العادمة الخاصة بالمنازل وهي (2.0) مما يدل على درجة قابلة لتآكل المواد العضوية بشكل جيد.

بعد ذلك فأن النسبة تزداد بالاتجاه الى ST.3 وST.4 هذه الزيادة ناتجة عن ازالة معظم المواد العضوية القابلة للتآكل من خلال عملية التنقية الذاتية للمواد العضوية.

بالنسبة للامونيا فأن التراكيز كانت متغيرة بشكل واضح بين ST.01 و ST.3 حيث كانت التراكيز كما يلي 76 و64 و 50 ملغرام/لتر على التوالي. بنفس الوقت لا يوجد نترات في العينات المفحوصة مما يدل على ان بكتيريا (heterotrophic) هي التي كانت سائدة بين ST.1-ST.2، بينما بكتيريا (autotrophic) هي التي كانت سائدة بين ST.2-ST.3 وبالتالي فان انخفاض الامونيا كانت نتيجة عملية (nitrification and de-nitrification) بشكل متزامن.

كانت نتائج الاكسجين الذائب (DO) و درجة الحموضة (pH) في (ST.1+ST.2+ST.3) كما يلي (7.9- 0.4) (7.8- 3.3 ) (7.7 – 0.3) ملغرام/لتر.

ان تركيز الفسفور ($PO_4$) لم تظهر اختلافات كبيرة على طول الوادي حيث كانت التراكيز في (ST.1+ST.2+ST.3)على التوالي (2.5-3.0-4.0) ملغرام/لتر.

تراكيز (Fecal Coliforms) كانت في ST.1, ST.2 و ST.3 كما يلي (2.08-7.36-13.2)*$10^5$ cfu/100ml.

نتائج المعادن الثقيلة (Heavy metals) اظهرت وجود ثلاث معادن وهي الزنك (Zn) ،الحديد (Fe) و المنغنيز (Mn) في ST.1+2+3 حيث كانت النتائج كما يلي (0.096،0.089،0.145)-(0.284،0.127،1.236)-(0.054،0.241،0.117) ملغرام/لتر. اما بقية المعادن المفحوصة وهي النحاس والنيكل والكروم والرصاص فكانت تراكيزها صفر.

اما في ST.4 فان التراكيز كانت أعلى وذلك بسبب مغذيات من مصادر اخرى للمياه العادمة من مدينة طولكرم.

نتائج COD و BOD في عينات فصل الشتاء اظهرت انخفاض جذري في تركيز COD و BOD من ST.1 الى ST.3 حيث كانت النتائج كما يلي (220- 509) (138- 439) (67-242) ملغرام/ لتر على التوالي اما في ST.4 فان نتائج COD و BOD كانت (92- 246) ملغرام/ لتر وهي اقل من النتائج المتوقعة مقارنة بفصل الصيف وسبب ذلك التخفيف الناتج من مياه الامطار المتدفقة الى الوادي.

نسبة COD/BOD تدل على ان عملية التآكل للمواد العضوية (biodegradation) كانت ضعيفة و ذلك نتيجة عن اختلاط مياه الصرف الصحي مع مياه الامطار خاصة في المناطق الزراعية التي تمثل ST.2 و ST.3 .

اما الامونيا فأظهرت النتائج في فصل الشتاء انخفاض حاد حيث كان تركيز $NH_4$-N في ST.1 (50) ملغرام/ لتر انخفضت الى (27) ملغرام/ لتر وبعد ذلك ثبت التركيز تقريبا بالاتجاه الى ST.2 وهذا عكس ما حصل في فصل الصيف.

النترات ظهرت في تراكيز عالية نسبيا في فصل الشتاء في كل من ST.1+2+3 حيث كانت النتائج كما يلي على التوالي (1.0-5.6-44-2.6) ملغرام/ لتر بتوافق عن ارتفاع نسبة تركيز الكسجين الذائب (DO) في المياه العادمة حيث كانت نتائج (DO) تتراوح بين (4.5-5.5) ملغرام/ لتر. من ناحية اخرى فان ارتفاع (DO) ادى الى اعاقة عملية (nitrification).

تراكيز ($PO_4$) كانت قليلة على طول الوادي حيث كانت التراكيزفي (ST.1+ST.2+ST.3+ST.4) على التوالي (1.8-1.6-3.2-3.4) ملغرام/ لتر.

نتائج (Zn-Fe-Mn) كانت شبه ثابتة في كل المحطات ولم يظهر اي وجود للمعادن الاخرى.

من قياسات التدفق للتيار في الوادي تم قياس معدل التسرب الى الارض حيث تم اجراء الحسابات في المقطع بين (ST.1+ST.2) وذلك لعدم وجود مصادر اخرى للتغذية وايضا بسبب قلت الغطاء النباتي، حيث كان معدل التسرب (0.09) سم/دقيقة وتم تاكيد هذه القيمة باجراء فحص (Double ring infiltration rate)، اما المقاطع المتبقية فتم حساب معدل التسرب بالاعتماد على فحص معدل التسرب.

تقييم توازن كتلة الماء (Water mass balance) للوادي للمقطع الاول الذي تم اختياره كمقطع نموذجي حست انه لا توجد مصادر ثانوية اخرى تصب في المقطع و لقلة الغطاء النباتي في هذا المقطع و بالتالي تكون عملية (evapotranspiration) اظهر ان 11800 و 10000 متر مكعب تتسرب الى الارض خلال اليوم في كل من الفترة الجافة والفترة الرطبة على التوالي. 1 % من هذه الكمية يمكن تفسيره بسبب التبخر وبالتالي فان 43 % في فصل الصيف و 16 % في فصل الشتاء من المياه الجارية في الوادي تتسرب الى طبقات التربة، وهي كمية كبيرة لها تأثير سلبي على المياه الجوفية في المدى المتوسط و البعيد لما تحملة من ملوثات في اثناء تسربها.

من أجل تقييم درجة التلوث للمياه العادمة بعد تسربها الى قاع الوادي تم تركيب اربع محطات في اربع مواقع مختلفة على عمق يتراوح بين 1-2 م، حيث تم أخذ عينات في كل من فصل الصيف و الشتاء بالتزامن مع العينات السطحية.
أظهرت نتائج الفحوصاتللعينات المتسربة درجات مختلفة من التنقية و المعالجة و انخفاض في تراكيز الملوثات ناتجة من العمليات الفيزيائية و الكيمائية و الحيويةفي جسم التربة.

أظهرت نتائج المواد العضوية في فصل الصيف انخفاض في التراكيز بنسبة تتراوح بين 35% الى 59% ل BOD، و بنسبة تتراوح بين 31% الى 72% ل COD. أما في فصل الشتاء فقد كانت نسبة الانخفاض في التراكيز لكل من COD, BOD بين 25% الى 89% لكلاهما.

أما الامونيا فان الإنخفاض في التركيز قليل بنسب تتراوح بين 9% الى 29% في كل من المحطة رقم (1) و المحطة رقم (4) و ارتفاع في المحطة رقم (3) بنسبة 35% وذلك في فصل الصيف. أما في فصل الشتاء فإن النخفاض في تركيز الأمونيا أكثر حيث تراوح بين 14% الى 81%. بالنسبة للنترات فقد ظهرت في العينات المتسربة في فصل الصيف بتراكيز تراوحت بين 15-33 ماغرام/لتر حيث لم تظهر تراكيز للنترات في العينات السطحية. ويمكن تعليل ذلك بإرتفاع تركيز الاكسجين الذائب في المياه المتسربة. في فصل الشتاء فان تركيز النترات إنخفض في العينات المتسربة بالمقارنة بالعينات السطحية في كل من ST.1 و ST.3 بنسبة تتراوح بين 22-40%.

انخفضت التراكيز للمعدني الزنك و الحديد في العينات المتسربة مقارنة بالعينات السطحية حيث كانت نسبة النخفاض بين 48% الى 73%، على عكس معدن المنغنيز الذي اظهر ارتفاع كبير في تركيز المعدن في المياه المتسربة وذلك في كل من فصلي الصيف و الشتاء.

بناءا على ما سبق يتبين ان التربة تعمل على تخفيف تراكيز الملوثات من المياه العادمة اثناء تسربها وذلك بسبب العمليات الكيميائية و الحيوية، ولكن هذا الإنخفاض لم يكن بشكل كبير حيث بقيت بعض التراكيز بقيم عالية على عمق (2) م من قاع الوادي، مما يدل ان عملية التسرب غير كافية لتنقي المياه العادمة التسربة مما قد يسبب بوصول المياه المتسربة و هي ملوثة و خاصة بعنصر النيتروجين و المعادن الثقيلة مما قد يؤدي الى تلويث المياه الجوفية.

من جهة اخرى تم احتساب حمل المواد الملوثة الذائبة في المياه العادمة حيث عبر عنها بوحدة (كغم/اليوم) ، حيث تمت الحسابات للمقطع رقم (1) الواقع بين ST.2 – ST.1.

الملوثات التي تم اخذها بعين الاعتبار هي النتروجين والفسفور والمواد العضوية الممثلة ب (COD - BOD) والمعادن الثقيلة.

بالنسبة للنتروجين والفسفور فان نسبة الكمية المتسربة كانت 31% و 34% على التوالي من الكمية الكلية الداخلة الى النظام المائي المقاسة في ST.1 ، اما نسبة المواد المزالة عن طريق العمليات الحيوية في مجرى الوادي فتقدر ب 22% من الكمية الكلية لكلا العنصرين.

ان كمية النتروجين الداخلة الى النظام المائي عند ST.1 كانت حوالي 2000 كغم/اليوم خرج منها (933) كغم/اليوم عند ST.2 وتسربت 623 كغم/اليوم الى التربة والباقي هو 447 كغم / اليوم ازيل بالعمليات الحيوية.

ان كمية الفسفور المتسربة الى التربة فكانت 37 كغم/اليوم في المقطع (1)، اما بالنسبة للمواد العضوية فكانت كمية (COD - BOD) المتسربة للتربة (1423و3653) كغم/اليوم من كامل الكمية الداخلة الى النظام المائي ،

مما يدل على نسبة كمية كبيرة من الملوثات قد تسربت الى العمق اسفل قاع الوادي وتمثل نسبة 28% من الكمية الكلية الداخلة الى النظام لكل من (COD وBOD) .

اما في فصل الشتاء فلوحظ اختلاف جذري في كمية الملوثات المتسربة عنها في فصل الصيف حيث كانت كميات N-COD-BOD (1391-379-174) كغم/يوم، وهي اقل مقارنة بفصل الصيف وكانت كمية الفسفور ثابتة في كلا الفصلين.

من النتائج تبين كمية الملوثات الذائبة الداخلة الى النظام في فصل الشتاء اكبر منها في فصل الصيف بسبب وجود مصادر اضافية للملوثات ناتجة عن تدفق مياه الامطار الى الوادي وبالرغم من ذلك فان كمية الملوثات المتسربة الى قاع الوادي كانت اقل في فصل الشتاء مقارنة بفصل الصيف.

تم اخذ عينات من التربة والرواسب لدراسة (TSS & VSS) والمعادن الثقيلة في الرواسب واظهرت النتائج ان ارتفاع في تركيز بعض المعادن الثقيلة عن ما هو مسموح به وهذه المعادن هي النحاس و النيكل و الرصاص و الكروم. اما باقي المعادن فكانت ضمن الحدود المسموح بها.