



الري بواسطة مياه الصرف الصحي: تحديد جودة المياه، المواد المغذية وتوزيع المواد الثقيلة

R.G. Kakar, M. Yasinzai, A.U. Salarzai, F.C. Oad and M.H. Siddiqui

الملخص

الدراسة أجريت لاختبار جودة وتوزيع المواد المغذية والمعادن الثقيلة في مياه الصرف الصحي المستخدمة للري في مدينة قوتة في باكستان والمناطق القريبة منها. عينات من الماء جمعت من ثلاث مصارف مياه صرف صحي مختلفة هي حبيب نالا و شارع اسبني وشارع سايزال. وقد تم تحليل عينات الماء لـ EC, SAR, RSC, Cl⁻, SO₄⁺⁺, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Na⁺, K⁺, P, Fe⁺⁺, Mn, Zn, Cu, Pb, Ni وكشفت النتائج إن الموصلية الكهربائية EC تحتوي على 9.96 ds m⁻¹ لمصرف شارع سايزال والمدى الكلي لنسبة امتصاص الصوديوم SAR هو 33.50 لمصرف حبيب نالا، 19.16 لمصرف شارع سايزال و 18.21 لمصرف شارع اسبني. وان قيمة pH لمياه الصرف الصحي تغيرت من 7.24 إلى 9.21. اما تركيز المواد المغذية الأساسية (الدقيقة والماكروية) والمعادن السامة تغيرت في العينات بشكل كبير في المواقع المختلفة. تركيز P و K⁺ كان مرتفعاً (1.18 ppm و 0.81 meL⁻¹) في مصرف حبيب نالا أكثر من مصرفي شارع اسبني و شارع سايزال. وكان تركيز المواد المغذية (Fe⁺⁺, Mn, Zn, Cu) في الحدود المسموح بها. وبالنسبة للمعادن السامة، وبالتحديد الرصاص Pb كانت اكبر من 0.12 ppm في مصرف شارع اسبيني بالمقارنة مع (0.05-0.08 ppm) في المصرفين الآخرين. اقل واكبر مقدار من عنصر Ni كان في حدود 0.09 إلى 0.18 ppm في مصرفي اسبيني وسابزال.



المقدمة

إن تركيز العالم اليوم موجه على مشكلة التلوث والذي يعتبر تغير غير مرغوب فيه في الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للهواء والماء والتربة التي تعتمد عليه م حياة الإنسان والكائنات الحية الأخرى مثل الحيوانات والنباتات (Misra and Dinesh 1991).

تلوث التربة والمياه والمزروعات يرتبط كثيرا بزيادة النهضة الصناعية والحضرية، والتي هي السبب في ازدياد مياه الصرف الصحي. إن مياه الصرف الصحي في باكستان مثلها مثل باقي الدول النامية تستخدم في زراعة الخضروات والمحاصيل الزراعية والأعلاف. ولكن، مذاق الخضروات المروية بمياه الترع والقنوات المائية أفضل من تلك المروية بمياه الصرف الصحي (Hussain et al., 1991). المخلفات السائلة في مياه الصرف الصحي تعتبر مصدر المواد العضوية المغذية للنباتات مثل النيتروجين والفوسفور، إلا إنها تحتوي أيضا على الكثير من الأملاح المذابة ومقادير متغيرة من المواد المضرة مثل المعادن الثقيلة كالحديد والمانجنيز والنحاس والزنك والرصاص والنيكل وهي مواد مسببة للأمراض وغير مرغوب فيها (Shah and Riazullah, 2003). المعادن الثقيلة هي عناصر وزنها الذري في حدود 63.546 و 200.59 (Kennish, 1992) وتقلها النوعي أكبر من 4.0 (Connell and Miller, 1984). وتحتاج الكائنات الحية إلى جزء بسيط من هذه المعادن الثقيلة، بما فيه الكوبلت والنحاس والحديد والمانجنيز والملبدنوم والفانديم والسترونتيوم والزنك. أي زيادة في هذه العناصر المعدنية قد تسبب ضرر للكائنات الحية. ومن العناصر الثقيلة ذات اهتمام خاص هو الكاديوم Cd والكروموم Cr والزرنيق Hg والرصاص Pb والارسنك As والاثموني sb (Kennish, 1992).

إن الزيادة في مستوى المعادن في الماء وفي المنتجات الزراعية ممكن يسبب خطر على حياة الإنسان وعلى البيئة. وامتصاص المعادن مثل Pb, Cd, Hg, As, Ba, Cr يشكل خطر على صحة الإنسان. كما أن المخلفات العضوية من الممكن أن تكون مصدر للمغذيات الجيدة لنمو النباتات ورخيصة الثمن لأنها تحتوي على مواد غذائية أساسية (Shah and Khan, 2003). ولكن في نفس الوقت ممكن أن تحتوي على معادن سامة. وتكرار استخدام مياه الصرف الصحي على التربة يسبب تزايد تركيز المعادن الثقيلة ويرفع مستوى التلوث بالمواد السامة التي ممكن أن تتسرب إلى المحاصيل أو الإنسان أو الحيوانات التي تتغذى على هذه



المحاصيل. من العناصر الأكثر أهمية هي (Stevenson) As, Cd, Cr, Hg, Mu, Ni, Pb, Se, Zn and Cole, 1999). ويعتبر الكاديوم والزنك من المواد السامة للإنسان والحيوان ودخولهما إلى السلسلة الغذائية والبيئية يجب أن يبقى في حدود مقبولة.

مستوى التلوث في مدينة قوتة حاليا يعطي صورة قاتمة وكئيبة وتشير إلى بيئة غير آمنة وغير صحية في السنوات القادمة. بعض الدراسات الابتدائية أظهرت إن مدينة قوتة واحدة من المدن الأكثر تأثرا بالتلوث بأشكاله المختلفة (EPA, 2002, Kakar et al., 2004). والدراسة الحالية هي استمرار لهذه المحاولات. وعليه فإن التجارب الحالية أجريت لدراسة قابلية الحركة والتجمع لهذه المعادن في مياه الصرف الصحي حيث تستخدم هذه المياه في تلك المناطق لري الخضروات.

النتائج والمناقشة

التحليلات الكيميائية لمياه الصرف الصحي موضحة في الجدول 1. التحليلات أعيدت أربعة مرات بأخذ عينات كل 15 يوم. التحليلات لم تظهر اختلافات كبيرة ولهذا أخذنا القيمة المتوسطة للقراءات الأربعة. **الموصلية الكهربائية ($ds m^{-1}$):** تشير البيانات إلى أن الموصلية الكهربائية EC لمناطق الصرف الصحي تحت الدراسة في المدى من 5.11 إلى $9.96 ds m^{-1}$. لوحظت أدنى قيمة $5.11 ds m^{-1}$ وأعلى قيمة $9.96 ds m^{-1}$ في مياه مصرف شارع اسبيني ومصرف حبيب نالا على ال توالي. الموصلية الكهربائية لمعظم مصارف مياه الصرف الصحي تعتبر مشكلة كبيرة (الجدول 1).

ال-pH: واضح من البيانات في الجدول 1 إن قيمة pH كانت 9.21 لمصرف حبيب نالا، و 7.24 لمصرف شارع سبيزال و 8.05 لمصرف شارع اسبيني. وعلى ذلك نجد إن معظم مصارف مياه الصرف الصحي لها قيمة pH مناسبة فيما عدا منطقة حبيب نالا. في التجربة التي قام بها James (1971) استنتج إن قيمة pH في حدود 7 إلى 9 تعتبر قيمة مناسبة للري.

الايونات المذابة والكاتيونات: انه من الواضح من البيانات الموضحة في الجدول 1 إن كل عينات مياه الصرف الصحي تحتوي على تركيز عالي من انيونات Cl و SO_4^{++} . ولعمية ايونات Na^+ كانت أعلى من Ca^{2+} و Mg^{2+} في كل عينات مياه الصرف الصحي . كما لوحظ إن اقل قيمة لنسبة امتصاص الصوديوم (SAR) في المخلفات السائلة في مصرف حبيب نالا ومصرف شارع سبيزال كانت (18.21) وأعلى قيمة كانت (33.50). القيم العظمى لنسبة امتصاص الصوديوم لها علاقة بالتركيز العالي لايونات Ca^{2+} و Mg^{2+} الناتج من القيم العالية للنسبة المتبقية من كربونات الصوديوم (RSC) في كل عينات المياه. وهذه النتائج لا تتوافق مع النتائج التي حصل عليها Sial et al. 2003. القيمة العظمى لنسبة امتصاص الصوديوم (أكبر من 18) والقيم الأكبر من 5 للنسبة المتبقية من كربونات الصوديوم تجعل من كل عينات المياه تقع في التصنيف (C3R3S3) الخطير (Qureshi and Barret-Lennard, 1988).



تركيز العناصر الغذائية في مياه الصرف الصحي: البيانات المتعلقة بالعناصر الغذائية والمعادن الثقيلة الناتجة من تحليل مياه الصرف الصحي لمدينة قوتة موضحة في الجدول 2. كشفت النتائج إن تركيز العناصر الغذائية مثل (P و K⁺) في مياه الصرف الصحي كافية لنمو الخضروات والمحاصيل الأخرى. وضح Lone et al., (1997) إن المخلفات السائلة لمياه الصرف الصحي غنية بعناصر التغذية. تركيز عنصري K⁺ P مرتفع (1.118 ppm و 0.81 meL⁻¹) في مصرف حبيب نالا ومصرف شارع سيبزال تركيز المواد الغذائية الدقيقة: اقل وأكثر قيمة للحديد (0.55 و 1.00 ppm) وجدت في مياه الصرف الصحي لمصرف اسبيني وحبيب نالا. مقدار الحديد في هذه المصارف يقع في الحدود المسموح بها. مصرفي سيبزال وشارع اسبيني اظهر قيمة عظمى (0.23 ppm) و اقل قيمة (0.14 ppm) على التوالي. تركيز الزنك في كل مصارف الصرف الصحي وجدت إنها في المدى المسموح به أيضا. اكبر تركيز للزنك (0.21 ppm) وجد في مصرف حبيب نالا و اقل قيمة (0.08 ppm) في مصرف شارع اسبيني. اما تركيز النحاس فقد وجد انه يتغير من 0.03 ppm الى 0.07 ppm في مصرفي سيبزال وحبيب نالا على التوالي وأيضا في الحدود المسموح بها.

الجدول 1 التحليلات الكيميائية لمياه الصرف الصحي في مصارف مختلفة في مدينة قوتة

Table 1: Chemical analysis of sewage water of different outlets at Quetta city

Source of the water	EC (dS m ⁻¹)	pH	SAR (mmol l ⁻¹) ^{1/2}	RSC (meq L ⁻¹)	Cl ⁻ (meq L ⁻¹)	SO ₄ ⁺⁺ (meq L ⁻¹)	Ca ⁺⁺ +Mg ⁺⁺ (meq L ⁻¹)	Na ⁺ (meq L ⁻¹)
Habib nala	9.96	9.21	33.50	21.42	76.90	24.32	9.34	68.16
Subzal road	8.70	7.24	19.16	16.10	48.11	18.21	7.80	50.92
Ispini road	5.11	8.05	18.21	18.0	30.82	14.44	6.52	36.40
SD	7.92±2.157	8.16±0.99	23.62±8.56	19.17±1.94	51.94±2327	18.99±4.89	7.88±1.41	51.84±15.87

الجدول 2 تحليل المغذيات والمعادن الثقيلة في مياه الصرف الصحي لنقاط ري مختلفة.

Table 2: Nutrients and heavy metals analysis of sewage water at various irrigation points

Source of the water	K ⁺ (meqL ⁻¹)	P (ppm)	Fe ⁺⁺ (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Pb (ppm)	Ni (ppm)
Habib nala	0.81	1.18	1.00	0.19	0.21	0.07	0.08	0.10
Subzal road	0.62	0.14	0.68	0.23	0.08	0.03	0.05	0.18
Ispini road	0.48	0.12	0.55	0.14	0.11	0.06	0.12	0.09
SD	0.63±0.16	0.48±0.60	0.74±0.23	0.18±0.04	0.13±0.06	0.05±0.02	0.08±0.03	0.12±0.04



تركيز المعادن السامة: بالنسبة للمعدن الرصاص السام كان اكبر من 0.12 ppm في مصرف شارع اسبيني بالمقارنة مع (0.05-0.08 ppm) في مصارف مياه الصرف الصحي الأخرى. القيمة العظمى والقيمة الدنيا لـ Ni (0.18 و 0.09 ppm) وجدت في مصرف سببزال ومصرف شارع اسبيني. وضح Huma و Khan (2003) إن المخلفات السائلة لمياه الصرف الصحي تعتبر مصدر غني بالعناصر الغذائية مثل Fe^{++} , Mn, Zn, Cu.

الخلاصة

إعادة استخدام مياه الصرف الصحي أمر مهم جدا لان ذلك ممكن بسبب زيادة تركيز مستوى المعادن الثقيلة لتصل لمستوى الخطر على المحاصيل أو على الإنسان والحيوان الذي يتغذى على هذه المحاصيل. العناصر الأكثر أهمية هي As, Cd, Cr, Hg, Mo, Ni, Pb, Se, Zn. عنصر الكادميوم والزنك بالتحديد أكثر العناصر خطورة للإنسان والحيوان ومقدار تسرب هذه العناصر للسلسلة الغذائية والبيئة يجب أن يكون ضمن حدود مقبولة.

عموماً، كل مياه الصرف الصحي تعتبر مياه ري سيئة الجودة وذات خصائص تجر عليها بعيدة عن المياه الصالحة للري.

تمت الترجمة في

المركز العلمي للترجمة

www.trgma.com

26-5-2009