



تأثير الري بمياه الصرف الصحي على نمو الذرة الرفيعة

INFLUENCE OF TEXTILE MILL WASTEWATER IRRIGATION ON THE GROWTH OF SORGHUM CULTIVARS

V.K.GARG* – P. KAUSHIK

Department of Environmental Science and Engineering, Guru Jambheshwar University, Hisar 125001, India

الخلاصة

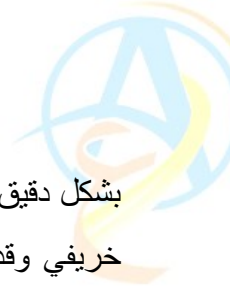
الهدف من هذه الدراسة هو تقييم مدى ملائمة استخدام مياه الصرف الصحي (المعالجة والغير معالجة) عند تراكيز مختلفة (0, 6.25, 12.5, 25, 50, 75, 100%) لأهداف الري. تم في هذه الدراسة توضيح تأثير مياه الصرف الصحي على الإنبات ودليل التأخير، ومعامل النمو الفسيولوجي والصبغة النباتية لنوعين من أنواع الذرة الرفيعة. النفايات السائلة لم تظهر أي آثار مثبطة على إنبات البذور عند تركيز منخفض (6.25%). اما العوامل النباتية الأخرى فقد اتبعت نفس الاتجاه. إنبات البذور في المخلفات السائلة بنسبة 100% لم تتمكن من العيش لفترة زمنية طويلة. وقد استنتج من ذلك ان تأثير النفايات السائلة للصرف الصحي فعال على الذرة وعليه فان عناية كبيرة يجب ان تؤخذ في الحسبان قبل استخدام النفايات السائلة للصرف الصحي لأغراض الري.

الهند بها شبكة كبيرة من الصناعات النسيجية بقدرات متنوعة. وقد صنفت الصناعات النسيجية من قبل وزارة البيئة والغابات بالحكومة الهندية بأنها أكثر الصناعات الملوثة للبيئة. الصناعات النسيجية في الهند كانت في البداية متمركزة حول المدن الكبيرة مثل احمداباد و مومباي وتشيناى وكومباتور وبانغور وكانبير. الآن هذه الصناعات انتشرت وتطورت بشكل كبير كمصانع نسيج صغيرة في مختلف مناطق الهند. والعمليات المصاحبة للصناعات النسيجية مثل الصباغة والطباعة تتم في تلك المصانع. وتتطلب الصناعات النسيجية كميات كبيرة من المياه النقية لغسيل الأقمشة بعد تصنيعها وإعدادها. كميات مياه الصرف الصحي الناتجة تختلف من مصنع لآخر. وتبلغ كمية مياه الصرف الصحي الناتجة عن مصانع النسيج في الهند بما يتراوح من 86 إلى 247 لتر بمتوسط 172 لتر لكل كيلوجرام من الأقمشة المنتجة. والنفايات السائلة الناتجة عن هذه المصانع تشكل جزء كبير من النفايات السائلة الناتجة من الصناعة في الهند.

على المقياس الصناعي نتائج النفايات السائلة من عمليات الصباغة والطباعة التي تتم في مصانع النسيج تجرى عليها معالجة ثانوية لتصبح مياه صرف صحي معالجة. كميات ضخمة من النفايات السائلة الناتجة عن مصانع النسيج يتم التخلص منها في الأرض أو في مجاري الصرف الصحي. هذه النفايات تصنف على إنها من المتطلبات العالية للأكسجين البيولوجي (BOD) وكذلك الأكسجين الكيميائي (COD)، والصوديوم وغيره من المواد الصلبة المتحللة وكذلك المواد المغذية والمعادن الثقيلة. وعموما مصدر التلوث ممكن ان يكون التربة التي تعمل كمصرف للمعادن الثقيلة [13] ولكن هناك ثلاثة أنواع من المخاطر البيئية [19] المرتبطة لهذه الحقيقة:

- فقدان في إنتاجية التربة
- تلوث المياه الجوفية نتيجة لترشيح المعادن فيها
- تراكم المواد الملوثة في سلسلة الغذاء، مما يؤثر على الخضروات والحيوانات والإنسان.

تتوفر في الهند وفرة في التربة ولكن بمحتوى قليل للمواد العضوية، وهذا يعزز استخدام مياه الصرف الصحي الناتج عن المصانع والتي تحتوي على الكثير من المواد العضوية التي تعزز من خصوبة التربة. بالرغم من الفوائد الكثيرة لاستخدام مياه الصرف الصحي في الري إلا انه يجب اخذ الاحتياطات اللازمة لتجنب المخاطر البيئية على المدى القصير والمدى الطويل. دراسات سابقة أوضحت اثر استخدام النفايات السائلة الناتجة عن مخلفات المصانع ووجدت أنها تختلف من محصول لآخر [10]. ولهذا فانه من الضروري ان ندرس تأثير النفايات السائلة للمصانع



بشكل دقيق على كل نوع من أنواع المحاصيل قبل ان نستخدمها في المجالات الزراعية. نبات الذرة هو محصول خريفي وقد زرع في 9.49 مليون هكتار في العام 2004 في الهند، وقد زرعت بطريق مختلفة في مختلف المناطق حسب نوع التربة، والمناخ المحلي، وتسهيلات الري. نبات الذرة ينمو في أفريقيا والأنواع المختلفة في يومنا هذا جاءت من تلك المنطقة. كما ان نبات الذرة زرع في الهند من زمن بعيد وكذلك في الإمبراطورية الأشورية حوالي 700 قبل الميلاد. نبات الذرة (Sorghum) هو اسم يطلق على المحاصيل المشابه للأعشاب. معظم المحاصيل التي تنمو في الأراضي الجافة الهندية تعتبر السلعة الرئيسية في وسط وغرب الهند. يزرع نبات الذرة بكثرة في المناطق التي يكون فيها ارتفاع منسوب مياه المطر من 10 إلى 20 ملليمتر في الشهر وفي رياح موسمية جنوبية غربية تستمر لفترة من 3 إلى 4 اشهر. يقوم المزارعون بزراعة هذه المحاصيل كعلف للحيوانات في ولاية حريانا في الهند. والدراسة المسحية أوضحت ان المزارعون يستخدمون مياه الصرف الصحي الناتج عن المصانع في ري محصول الذرة بنية ان بذور الذرة لن تستخدم من قبل الإنسان. ينمو الذرة المستخدم كأعلاف بطول يتراوح من 2 إلى 3 أمتار، وينتج محصول جاف بوزن اكبر من بذور الذرة الرفيعة، وله ساق جاف يستخدم كعلف للمواشي. في الدراسة الحالية قمنا بالتحقق من تأثير النفايات السائلة لمصانع النسيج بتراكيز مختلفة (0, 6.25, 12.5, 25, 50, 75, 100%) على نسبة إنبات البذور، ودليل التأخير، وطول الساق، وطول الجذر، والوزن الجاف ومحتوى الكلوروفيل في نوعين من أنواع الذرة الرفيعة هي *Desi jowar ! Pioneer jowar*.



النتائج والمناقشة

الخصائص الكيميائية الفيزيائية للنفايات السائلة المعالجة والغير معالجة موضحة في الجدول 1. وقد وجد ان النفايات السائلة الغير معالجة ذات لون بني يميل للسواد، غير قابل للذوبان في الأوكسجين، وغني بالكتل الصلبة، وفي حالة قلوية بالمجمل، مع وجود قيمة عالية للـ BOD (biological oxygen demand) وهي طريقة كيميائية لتحديد سرعة امتصاص الأوكسجين في الجسم) و COD (chemical oxygen demand) وهي مقياس لمقدار المركبات العضوية في الماء) حيث وجد النيتروجين والفوسفات والكلور والكبريتات والصوديوم والكالسيوم. محتوى البوتاسيوم قليل جدا وقد أهمل. اما بالنسبة للنفايات السائلة المعالجة كان طيني ذو لون رمادي. ومقدار العوامل التي تم تحليلها كان اقل في حالة النفايات السائلة المعالجة من الغير معالجة (الجدول 1). والبيانات أظهرت وجود المواد الصلبة ومحتوى BOD للنفايات السائلة يفوق القياسات المسموح بها في الهند (100mg/L و 150mg/L على التوالي).

عند تركيز منخفض، فان النفايات السائلة من المصانع النسيجية (المعالجة والغير معالجة) لم تمنع من إنبات البنور. في حالة الذرة من النوع Pioneer jowar كانت نسبة الإنبات 100% في تركيز نفايات سائلة مقداره 6.25% بعد مرور 120 ساعة في كلا نوعي النفايات السائلة. في حين الذرة من النوع jowar Desi كانت نسبة الإنبات 100% في النفايات السائلة الغير معالجة و $96.7 \pm 5.8\%$ في النفايات السائلة المعالجة في تركيز 6.25% نفايات سائلة. ولم يحدث إنبات في الحالتين عندما كان تركيز النفايات السائلة يفوق 12.5% في مياه الري. اقل نسبة نمو للبنور كان $76.7 \pm 5.8\%$ و $83.3 \pm 5.8\%$ في حالة Pioneer jowar باستخدام النفايات السائلة المعالجة والغير معالجة، و $63.3 \pm 5.8\%$ و $80 \pm 0.0\%$ في Desi jowar. ومن المؤكد حسب الجدول 2 انه في حالة النفايات السائلة المعالجة يكون التأثير مثبت (يمنع الإنبات) في Pioneer jowar بنسبة 50% وما فوق لتركيز النفايات السائلة. في حين ان التأثير المثبط في Desi jowar يظهر عند تركيز اقل (6.25%) كما في الجدول 2. كما لوحظ ان الإنبات في Pioneer jowar كان الأقل تأثراً بكلا النفايات السائلة واطهر 100% إنبات في حالة النفايات السائلة المعالجة عند تراكيز 6.23%، و 12.5%، و 25%. إنبات البنور في Desi jowar كان معاقا (لم ينبت) حتى في تركيز 6.25% للنفايات السائلة. ولهذا فان إنبات البنور يظهر في Desi jowar أكثر حساسية للري بمياه النفايات السائلة من بين كافة الأنواع المختلفة التي قمنا بفحصها. لم يكن هنا تأثير على زيادة تركيز النفايات السائلة على دليل التأخير في كلا النوعين حتى تركيز 50% لنفايات السائلة. وكان Pioneer jowar له القيمة الأكبر لدليل التأخير في نوعي النفايات السائلة (المعالجة والغير معالجة) عند تركيز



أكبر من 50% (الجدول 3). في حين أن *Desi jowar* كانت قيمة دليل التأخير نفسها عند تركيز 70% للنفايات السائلة الغير معالجة وعند تركيز 100% للنفايات السائلة المعالجة. ودليل التأخير لنوعي الذرة المستخدم يتبع هذا النحو

$$\text{Pioneer (UTF) = Pioneer (TF) < Desi (UTF) < Desi (TF).}$$

حيث (UTF) نفايات سائلة غير معالجة، (TF) نفايات سائلة معالجة

الجدول 2 تأثير النفايات السائلة من مصانع النسيج على نسبة الإنبات لأنواع الذرة المختلفة بعد مرور 120 ساعة حيث [n=3, mean±SE]

Effluent Conc. (%)	Untreated effluent		Treated effluent	
	Pioneer jowar	Desi jowar	Pioneer jowar	Desi jowar
0(DW)*	100± 0.00a	96.7± 5.8a	100± 0.00a	100± 0.00a
6.25	100± 0.00a	100± 0.00a	100± 0.00a	96.7± 5.8a
12.5	86.7± 5.8b	96.7± 5.8 a	100± 0.00a	96.7± 5.8a
25.0	83.3±5.8b	86.7± 5.8 b	100± 0.00a	93.3± 5.8a
50.0	76.7± 5.8c	83.3± 5.8 b	90± 10.0a	83.3± 5.8b
75.0	76.7± 5.8c	73.3± 5.8 c	86.7± 5.8b	80± 0.00b
100	76.7± 5.8c	63.3± 5.8d	83.3± 5.8b	80± 0.00b

القيم التي يتبعها حروف في العمود ليست مختلفة بدرجة كبيرة (p_0.05)



الجدول 3 تأثير النفايات السائلة الناتجة عن مصانع النسيج عند تراكيز مختلفة على دليل التأخير (DI) لأنواع الذرة المختلفة

Effluent Conc. (%)	Pioneer Jowar		Desi jowar	
	UTF*	TF**	UTF*	TF**
6.25	0	0	0	0
12.50	0	0	0	0
25	0	0	0	0
50	0.50	0.50	0.25	0.25
75	0.50	0.50	0.50	0.25
100	0.50	0.50	0.50	0.50

UTF* = Untreated effluent; TF** = Treated effluent

التأثير الأكبر كان على طول الساق والجذر حيث لوحظ انه في تركيز النفايات الغير معالجة (الجدول 4). كان هناك نقصان عند تراكيز 50، و75، و100% للنفايات على طول الساق والجذر في كلا نوعي الذرة في النفايات الغير معالجة وكذلك في النفايات المعالجة ولكافة التراكيز المستخدمة في هذه الدراسة. وكان التأثير أكثر وضوحا في النفايات الغير معالجة. طول ساق *Pioneer jowar* في النفايات الغير معالجة كان فقط 1.3 ± 0.31 سم في تركيز 100% وهذا اقل بـ 9.2 مرة في المياه العادية (11.9 ± 0.49 سم) (الجدول 4). في حالة *Desi jowar* فان الساق ظهر في تركيز 100% لنفايات الغير معالجة ولكنه لم يعش. طول الساق في *Desi jowar* في 75% تركيز النفايات الغير معالجة كان 1.2 ± 0.25 سم وهذا اقل بـ 7.4. الجذور في كلا النوعين لم تعش في النفايات الغير معالجة بتركيز 100%. تأثير النفايات الغير معالجة كان أكثر في حالة *Desi jowar* من *Pioneer jowar*. طول الجذر في *Pioneer jowar* في تركيز 100% النفايات الغير معالجة كان 6.1 ± 0.95 سم أي اقل بمرتين من المياه العادية (11.9 ± 0.49 سم) (الجدول 4). طول الجذر في *Pioneer jowar* في تركيز 100% نفايات معالجة كان 11.2 ± 2.66 سم أي اقل بـ 1.78 مرة في حالة المياه العادية (19.9 ± 1.68 سم). ولنبت *Desi jowar* كان 1.9 ± 0.40 سم في تركيز 100% لنفايات معالجة أي اقل بـ 4.7 مرة في مياه عادية (8.9 ± 0.44 سم) (الجدول 4). طول الجذر



في *Desi jowar* 2.2 ± 0.25 سم أي اقل بـ 5.13 من حالة المياه العادية (11.3 ± 1.56 سم). النتائج أيضا تشير إلى ان النفايات المعالجة لها تأثير ضار اقل على الذرة من النفايات الغير معالجة.

الجدول 4 تأثير النفايات السائلة من مصانع النسيج على طول الساق والجذر في مختلف أنواع الذرة بعد مرور 7 أيام بوحدة السنتمتر [$n=3$, $mean \pm SE$]

Effluent Conc. (%)	Pioneer jowar		Desi jowar	
	SL*	RL**	SL*	RL**
<i>Untreated effluent</i>				
0 (DW) ***	11.9± 0.49a	19.9± 1.68a	8.9± 0.44a	11.3± 1.56a
6.25	10.4± 0.91a	14.0± 1.39b	6.9± 1.77b	11.3± 1.71a
12.5	9.0± 1.34ab	11.3± 2.31b	7.3± 0.97b	10.8± 2.08a
25.0	7.5± 1.10b	7.87± 0.65c	1.9± 0.81c	3.9± 1.17b
50.0	5.6± 0.79c	3.87± 1.56d	1.5± 0.50c	3.7± 1.56b
75.0	2.1± 0.45d	2.40± 0.70e	1.2± 0.25c	3.8± 0.64b
100	1.3± 0.31e	0.00± 0.00f	0.0± 0.00d	0.0± 0.00c
<i>Treated effluent</i>				
0 (DW) ***	11.9± 0.49a	19.9± 1.68a	8.9± 0.44a	11.3± 1.56a
6.25	11.5± 3.12a	13.9± 2.50b	9.0± 0.89a	17.6± 0.75b
12.5	9.1± 1.80a	13.6± 2.05b	8.3± 0.28a	15.5± 0.6bc
25.0	8.0± 1.30b	14.1± 3.49b	7.0± 1.72b	14.3± 1.20c
50.0	6.8± 2.08c	13.8± 0.58b	4.6± 0.65c	7.9± 1.40d
75.0	7.2± 2.00c	12.2± 0.90b	3.4± 0.20c	5.1± 0.66e
100	6.1± 0.95c	11.2± 2.65b	1.9± 0.40d	2.2± 0.25f

SL*= Shoot length, RL** = Root length, (DW) *** = Distilled water
Values followed by same letters in a column are not significantly different ($p \leq 0.05$)

الوزن الجاف للساق والجذور للذرة الرفيعة أظهرت نفس النسق (الجدول 5). الوزن الجاف لساق Pioneer *jowar* في حالة النفايات الغير معالجة كان 0.73 ± 0.20 مليجرام لكل نبتة. عند تركيز 100% للنفايات أي اقل بـ 30.7 مرة للنباتات (22.4 ± 3.80 مليجرام لكل نبتة).



الكتلة الحبيوية للجذر في *Pioneer jowar* كان 1.1 ± 0.15 مليجرام لكل نبتة وهذا اقل بـ 9.4 (10.3 ± 0.20) مليجرام لكل نبتة) (الجدول 5). تأثير النفايات الغير معالجة للوزن الجاف للساق كان أكثر عند تركيز 75 و 100%، في حين كان التأثير أكثر وضوحا عند تراكيز 50، و 75، و 100% على الوزن الجاف للجذر. الوزن الجاف لساق *Desi jowar* كان 18.8 ± 0.32 مليجرام لكل نبتة) (الجدول 5). النتائج تشير إلى ان الوزن الجاف في *Desi jowar* اقل من *Pioneer Jowar*. تأثير النفايات المعالجة كان اقل بعض الشيء من النفايات الغير معالجة. الساق والجذر لـ *Desi Jowar* عاش ونما في نسبة تركيز 100% نفايات معالجة. الساق والجذر لـ *Desi Jowar* في 50% نفايات معالجة كان يساوي 12.5% جرعة من النفايات الغير معالجة (الجدول 5).

الجدول 5 تأثير النفايات السائلة لمصانع النسيج على الوزن الجاف بعد مرور 7 أيام لمختلف نباتات الذرة

[n= 3, mean± SE] (mg/plant)

Effluent Conc. (%)	Pioneer jowar		Desi jowar	
	Shoot	Root	Shoot	Root
<i>Untreated effluent</i>				
0 (DW) ***	22.4± 3.80a	10.3± 0.20a	18.8± 0.32a	7.9± 0.41a
6.25	16.6± 0.65b	10.1± 1.0a	17.5± 0.86a	6.6± 0.80ab
12.5	15.8± 0.40b	11.0± 0.78a	10.1± 0.36b	6.1± 0.35b
25.0	14.6± 0.35b	7.1± 0.85b	6.6± 0.15c	2.7± 0.43c
50.0	14.2± 0.45b	4.9± 0.56c	2.8± 0.40d	1.8± 0.10d
75.0	8.6± 0.35c	3.4± 0.30d	1.5± 0.20e	1.7± 0.36e
100	0.73± 0.20d	1.1± 0.15e	0.0± 0.00f	0.0± 0.00f
<i>Treated effluent</i>				
0 (DW) ***	22.4± 3.80a	10.3± 0.20a	18.8± 0.32a	7.9± 0.41a
6.25	18.7± 0.62b	10.6± 0.31a	20.7± 2.10a	9.4± 0.35a
12.5	17.9± 0.20b	9.9± 0.35a	19.6± 1.38a	7.5± 0.20a
25.0	15.2± 0.40c	7.5± 0.55b	17.5± 0.90a	6.5± 0.25b
50.0	14.3± 0.20c	7.1± 0.76b	10.3± 0.30b	3.3± 0.26c
75.0	12.2± 0.31d	6.8± 0.40bc	9.8± 0.59b	3.0± 0.10d
100	10.3± 0.30d	6.1± 0.30c	9.0± 0.75b	2.1± 0.15e

Values followed by same letters in a column are not significantly different ($p < 0.05$)



محتوى الكلوروفيل a والكلوروفيل b ازداد عند تركيز 6.25% وتناقص بشكل كبير عند تراكيز أعلى في كلا من النفايات المعالجة والغير معالجة. ونفس الملاحظات تم الإشارة إليها في بحوث مختلفة [21] في Phaselous radiates المعالجة بنفايات مقطرة. التأثير المثبط للنفايات الغير معالجة كان أكثر على الصبغة النباتية من النفايات المعالجة. ومحتوى ال- carotenoid ازداد حتى تركيز 6.5% لنفايات وتناقص عند تراكيز أعلى (الجدول 6).

الجدول 6 تأثير النفايات السائلة من مصانع النسيج على الصبغة النباتية لـ *Pioneer Jowar* بعد مرور 30

يوم ($n=3, mean \pm SE$) ($mg g^{-1}$)

Effluent Conc. (%)	Chl. a	Chl. b	Total Chl.	Carotenoid
<i>Untreated Effluent</i>				
0(DW)*	0.618 ± 0.084a	0.274 ± 0.035a	0.931 ± 0.051a	1.62 ± 0.063a
6.25	0.636 ± 0.075a	0.271 ± 0.041a	0.946 ± 0.058a	1.73 ± 0.095a
12.5	0.603 ± 0.064a	0.235 ± 0.032a	0.859 ± 0.035a	1.58 ± 0.084a
25.0	0.578 ± 0.067a	0.217 ± 0.025ab	0.814 ± 0.037a	1.35 ± 0.067ab
50.0	0.413 ± 0.059b	0.178 ± 0.012b	0.612 ± 0.023b	1.24 ± 0.048b
75.0	0.245 ± 0.026c	0.153 ± 0.017b	0.362 ± 0.014c	0.67 ± 0.045c
100	0.00 ± 0.00d	0.00 ± 0.00c	0.00 ± 0.00d	0.00 ± 0.00d
<i>Treated effluent</i>				
0(DW)*	0.618 ± 0.084a	0.274 ± 0.035a	0.931 ± 0.051a	1.62 ± 0.063a
6.25	0.632 ± 0.068a	0.281 ± 0.032a	0.987 ± 0.053a	1.67 ± 0.035a
12.5	0.625 ± 0.047a	0.275 ± 0.031a	0.973 ± 0.043a	1.58 ± 0.037a
25.0	0.588 ± 0.051a	0.268 ± 0.027a	0.958 ± 0.036a	1.42 ± 0.021a
50.0	0.513 ± 0.071a	0.263 ± 0.024a	0.917 ± 0.051a	1.31 ± 0.025a
75.0	0.472 ± 0.032b	0.245 ± 0.018a	0.818 ± 0.026a	1.37 ± 0.034a
100	0.386 ± 0.035b	0.236 ± 0.037a	0.674 ± 0.038b	1.24 ± 0.051a

Values followed by same letters in a column are not significantly different ($p \leq 0.05$)

الخصائص الكيميائية والفيزيائية لمياه الصرف الصحي الناتجة عن مصانع النسيج تفوق القياسات المنصوص عليها في الهند. ولذلك فإن المزيد من المعالجة الفعالة ضروري لتقليل آثار التلوث قبل ان تتسرب النفايات السائلة من المصانع النسيجية إلى الأرض. ولكن مخلفات هذه النفايات بعد ان تتم تخفيفها بشكل مناسب من الممكن ان تكون وسيلة مرغوب فيها. بعد التخفيف تكون خصائص النفايات السائلة مقبولة وضمن الحدود القياسية لمقدار التلوث لكل وحدة حجوم من النفايات السائلة. لوحظ نمو أفضل للذرة الرفيعة عند تركيز للنفايات السائلة بمقدار 6.25% يؤدي إلى زيادة في النمو بسبب وجود النيتروجين والعناصر المعدنية في النفايات السائلة المعالجة والغير معالجة. نرة Pioneer Jowar تأثرت بشكل اقل من Desi Jowar في المياه المعالجة والغير معالجة. استخدام مياه الصرف الصحي في الري من الممكن ان يخدم كمصدر للمياه المزودة بالأسمدة بعد ان تمر في عملية تخفيف مناسبة. ليس فقط جودة مياه الري هي التي تؤثر على نمو المحاصيل، ولكن أيضا لها تأثيرات على صحة التربة على المدى الطويل وكذلك على جودة حبات القمح وجودة الأعلاف وصحة المستهلك. ولذلك في النهاية نقترح ان تجرى تجارب على المدى الطويل للكشف على تأثير مخلفات المصانع النسيجية على المواضيع المقترحة أعلاه قبل ان تستخدم في الري.

تمت الترجمة في

المركز العلمي للترجمة

www.trgma.com

2009-6-5