استخدام الأحياء الدقيقة في معالجة مخلفات مياه المصابغ

د.مروان البحرة، د.هيفاء العظمة ، رزان شيخ جبل
قسم الكيمياء - كلية العلوم - جامعة دمشق - الجمهورية العربية السورية

بحث نشر في مجلة جامعة دمشق للعلوم الأساسية ، المجلد 17 ، العدد الأول، 2001
أعاد ترتيبه وتنسيقه عن روح المرحوم الدكتور مروان البحرة: الكيميائي بلال الرفاعي كصدقة جارية

الملخص:

استخدمت في هذا البحث، الأحياء الدقيقة المعزولة من التربة السورية لمعالجة مياه مخلفات المصابغ، وبعض الأصبغة التي يغلب استعمالها، وقد وجد التفاوت الكبير في سرعة نمو الأحياء الدقيقة، كما لوحظ التفاوت الكبير في زوال اللون، إضافة لتثبيط العمل الإنزيمي من قبل بعض الأصبغة، كما درس تأثير تركيز الأصبغة في نمو الأحياء الدقيقة، وزوال لون الأصبغة، وقد اعتمد في تحليل الرشاحات الناتجة عن المعالجة الحيوية قياس شدة الامتصاص في مجال الطيف المرئي ما بين 350- 750 نانو متر.

Using Microorganism in the Treatment of Weast Water of Dyehouse

Marwan Al-Bahra , Haifa Al-Azmeh and Rzan Shek Jabal
Department of Chemistry -Faculty of science- Damascus University-Syria
Received 19/1/2000 - Accepted 22/1/2001

ABSTRACT

In this study, microorganism separated from the Syrian soil were used in treating the waste water from dyehouse and some dyes which are oftenly applied. A great difference was found in the speed of microorganism growth as well as the great variation in color disappearance, in addition to inactivating the enzymatic work by some of the dyes. Also, the effect of the dyes density on the growth of microorganism.

The absorption strength measurment in the field of visible spectrum between 350-750 nanometers was adopted for analyzing, the filtrates resulting from the biological treatment.

المقدمة:

تعد مشكلة إزالة التلوث البيئي من أولويات هذا العصر تجنباً لأضرارها على حياة الإنسان والنبات، ومحاولة تدويرها، والاستفادة منها مرة ثانية.

تحمل مياه مخلفات المصابغ المنتشرة في المدن السورية أطنانًا من الملوثات المعدنية والعضوية، تفسد الماء، ونحن بأمس الحاجة لهذه المياه لإعادة استخدامها في الري، وبسبب الشح المائي كان لا بد من دراسة طرائق معالجة مياه مخلفات المصابغ، والتخفيف من ضررها على البيئة قدر الإمكان، والاستفادة منها ثانية.

عمدت بعض المصابغ لاستخدام طرائق المعا لجة الكيميائية لترسيب هذه الأصبغة على شكل خثارة معدنية في أحواض خاصة لهذه الغاية، وهي طرائق سهلة التطبيق وسريعة، إلا أن ما يعيبها استخدام أملاح معدنية للمساعدة على ترسيب هذه الأصبغة، وتشكيل رواسب بكميات كبيرة، تنقل إلى أماكن بعيدة، ولكن خطرها على البيئة مازال قائما في تلوث التربة والمياه الجوفية، فعند تعرض هذه الخثارة المعدنية لمياه الأمطار أو أي مصدر مائي، ينحل جزء منها، ويتسرب للتربة فالمياه الجوفية مؤديًا لتلوث الماء السطحي والجوفي والتربة، ويكون بؤرة لنمو بعض الحشرات والبعوض التي تساعد على نقل الأمراض، كما تسبب المضايقات لمن يعمل بجوارها، إضافة لتأثيرها السلبي على المنظر الجمالي، وضياع قسم من الأراضي التي يصعب إصلاحها.

يلوث مياه المصابغ خليط كيميائي مكون من الأصبغة بأنواعها: المشتتة، والحمضية والمباشرة والفعالة وغيرها والمبيضات الضوئية، والغواسل العضوية، والمواد المطرية الشاردية واللا شاردية، وعوامل تحلية المياه بالإضافة للزيوت والشحوم وكلور وكبريتات وماءات وكربونات الصوديوم والماء الأكسجيني وحمضي النمل والخل وغيرها من مواد بناء الحمام الصباغي.

تتم المعالجة الحيوية بالشروط الهوائية للمياه العادمة من المصابغ بصورة بطيئة، وتدعى بالأكسدة الحيوية، تتحول فيها المركبات العضوية إلى ثاني أكسيد الكربون وغيره من الغازات، ومن عيوبها عدم التخلص من

اللون بشكل كامل للأصبغة الفعالة، وبعض الأصبغة الحمضية، حيث يتبقى بعض اللون كما هو واضح في الجدول 2، وتقتضي الحاجة لمعالجة ثانية للتخلص من اللون المتبقي للوصول إلى الحدود المقبولة، كما حددتها مديرية مكافحة تلوث المياه العامة في وزارة الري.

تعتمد المعالجة الحيوية بالشروط اللا هوائية والتي تدعى بالإرجاع الحيوي، على تحويل الملوثات العضوية إلى غازات كغازي ثاني أكسيد الكربون والميتان، وهي قادرة على إزالة لون الأصبغة الفعالة بعكس المعالجة الحيوية بالشروط الهوائية، التي فشلت في معالجة هذه الأصبغة.

يتحقق تحلل الأصبغة على توفر عدة أنواع من البكتريا، كل منها يكمل عمل الآخر، وتطلق المعالجة الحيوية رائحة كريهة بسبب وجود مركبات الكبريت المرجعة إلى كبريت الهيدروجين.

أهمية البحث وهدفه:

يهدف هذا البحث لتفكيك مخلفات مياه المصابغ وتحللها وأكسدتها باستخدام الأحياء الدقيقة المعزولة من التربة السورية، حيث تلقي بعض المصابغ بمخلفاتها في شبكة الري أو الصرف الصحي، وهي أصبغة غريبة على البيئة مؤكدة الضرر، وقد عمدنا لاستخدام الأحياء الدقيقة لإزالة التلوث بوسائل آمنة للتخلص من هذه الأصبغة، والتي لا يمكن الاستفادة منها مرة ثانية، تم لهذا الغرض استخدام بيئة فقيرة لنمو البكتريا، تعتمد في تغذيتها على الأصبغة لاستمرار بقائها، وتحويل أصبغة المواد الضارة بالبيئة إلى مواد بسيطة غير ضارة بالبيئة، بل على العكس مفيدة لتأمين دورة الآزوت.

مواد البحث وطرائقه:

تحضير البيئات الغذائية:

1- بيئة ببتون - مستخلص الخميرة: 5 غ ببتون، 2.5 غ خلاصة الخميرة، 2.5 غ ملح طعام، 500 مل ماء مقطر، ويتم ضبط الحموضة عند pH: 7 وتعقم.

2- بيئة ببتون - آغار: عبارة عن بيئة ببتون - مستخلص الخميرة، ويضاف لها بعد التعديل 7.5 غ آغار وتعقم.

3- بيئة أساسية مركزة: 0.5 غ كلور النشادر، 0.5 غ كلور الصوديوم، 0.3 غ فوسفات ثنائية الصوديوم،0.4 غ فوسفات أحادية البوتاسيوم، 0.1 غ كلور المغنيزيوم، 0.1 غ خلاصة الخميرة، وتضبط درجة الحموضة عند pH: 7، ويتمم الحجم حتى 100 مل وتعقم.

4- تحضير أنابيب ببتون - آغار: تؤخذ عدة أنابيب وتوضع على حامل، يضاف 3 مل تقريباً من بيئة بنتون - آغار لكل أنبوب، تعقم لمدة 45 دقيقة، وتوضع بشكل مائل لليوم التالي، ثم تحفظ في الثلاجة.

5- تحضير أطباق ببتون - آغار- صباغ: يحضر 100 مل بيئة ببتون - آغار مع 20 مغ صباغ، تعقم وتصب في الأطباق.

6- تحضير بيئة الصباغ: يضاف إلى 80 مل ماء 20 مع صباغ و 10 مل بيئة مركزة أساسية، تعقم ويضاف إليها 10 مل بيئة ببتون - خميرة ملقحة، يؤخذ للمقارنة بيئة الصباغ نفسها ولكن دون تلقيح بيئة ببتون - خميرة.

7- تحضير بيئة أحواض المصبغة: 80 مل من حوض الصباغة، 10 مل بيئة ببتون مركزة أساسية، تعقم ويضاف لها 10 مل بيئة ببتون - خميرة ملقحة، تؤخذ للمقارنة بيئة الحوض نفسها مع بيئة ببتون غير ملقحة.

8- محلول فيزيولوجي: يحضر محلول 8.5 غ/ل كلور الصوديوم، يصب في كل أنبوب 9 مل من المحلول ويعقم.

طريقة عزل البكتريا من التربة " 6 ":

يوزن 10 غ من التربة في بالون يحتوي 90 مل من الماء المقطر والمعقم، يُخض ويؤخذ منه بالماصة المكروئية ميلي لتر واحد، ينقل إلى أرلينة تحتوي 10 مل بيئة ببتون خميرة، وتترك لليوم التالي عند الدرجة 37ْم ، تنشط أطباق بتري بطريقة التشطيب، وتحضن بالدرجة 37ْم لليوم التالي.

تختار الأطباق النامية بشكل جيد، وتلقح بها أرلينات تحتوي 10 مل بيئة ببتون خميرة، تترك بالحاضنة بالدرجة 37ْم لليوم التالي.

تحضر عينات الأصبغة وعينات أحواض الصباغة، تعقم بالأتوكلاف لمدة 45 دقيقة، تلقح وتحضن بالدرجة 37°م، يلاحظ زوال اللون تدريجيًا، يؤخذ 1 مل لحساب عدد المستعمرات في الميلي لتر الواحد، و 3 مل بعد الترشيح لقياس شدة الامتصاص بمقياس الطيف المرئي وفوق البنفسجي.

الأجهزة المستخدمة:

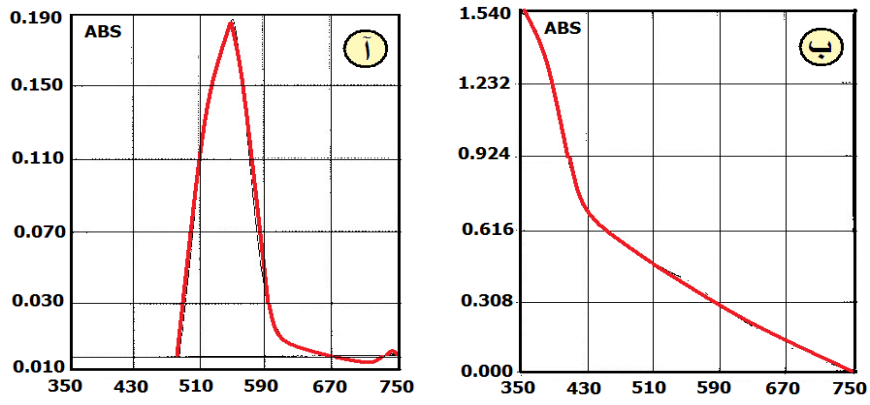
مقياس الحموضة *pH* صنع شركة *Orion* نموذج *420 A*، ميزان تحليلي صنع شركة *Sartorius*، مقياس الطيف المرئي وفوق البنفسجي صنع شركة *Jakso* اليابانية، نموذج 7800 مزوداً بحاسب الكتروني، حاضنة صنع شركة *Philip Harris*

الجدول 1: الأصبغة المستخدمة في المعالجة الحيوية 7

الأصبغة المستخدمة في المعالجة الحيوية 7					
C.I	الصباغ		*C.I*	الصباغ	
	Direct Navy Blue UBL	الأزرق الغامق المباشر	*R.R 195*	*Reactive Red SP3B*	الأحمر الفعال
D.Y	*Direct Yellow PG*	الأصفر المباشر	*R.Y 145*	*Reactive Yellow*	الأصفر الفعال
D.R 80	*Direct Red*	الأحمر المباشر	*R.Bk 5*	*Reactive Black B*	الكحلي الفعال
A.Bk 172	*Acid Black LDN*	الأسود الحمضي	*Mix*	*Reactive Black SPGRW*	الأسود الفعال
A.B 113	*Acid Blue S5R*	الكحلي الحمري	*R.B 21*	*Reactive Blue G*	التركواز الفعال
A.R 114	*Acid Red R*	الأحمر الحمضي	*D.Bk 22*	*Direct Black VSF*	الأسود المباشر

النتائج والمناقشة:

تحتوي التربة عددًا كبيرًا من البكتريا، تعيش على بقايا النباتات والحيوانات المتحللة، ويصعب تصنيفها لتشابهها عند رؤيتها بالمجهر الضوئي، أو عند تشكيلها مستعمرات في أطباق بتري، إذ يختلف حجمها وشكلها ولونها، تعتمد المعالجة بالأحياء الدقيقة على نشاط البكتريا الهوائية واللا هوائية في الدوارق الحاوية على الأصبغة، وبيئات مغذية فقيرة، تحول البكتريا النامية الأصبغة والمركبات العضوية لعناصر عديمة الضرر، كما أن الخلط المستمر يساعد على انحلال الأكسجين في البيئة، وتخثر المعلقات لتتجمع على شكل كتل يسهل ترسبها، وبذلك تتخلص مياه مخلفات المصابغ من العكارة والمواد العضوية، والعديد من الكائنات الحية الدقيقة التي تقوم بعملية الأكسدة والتحلل والتفكك، وقد لوحظ زوال أو ضعف لون كثير من محاليل الأصبغة، نتيجة المعالجة بالأحياء الدقيقة، وتم التأكد من هذه النتائج بقياس شدة الامتصاص بمجال طول موجة من 350- 750 نانومتر، ويوضح الرسم البياني 1 الفروق الواضحة بين محاليل الأصبغة قبل وبعد المعالجة الحيوية باختفاء القمم الطيفية لكل صباغ:



الشكل1

آ- منحني امتصاصية محلول المراقبة للصباغ الأحمر الفعال، التركيز 20 مع 100 مل بعد التمديد 10/1

ب- منحني الامتصاصية بعد المعالجة الحيوية: ينطبق هذا الشكل على الأصبغة : الأصفر الفعال، الأزرق الفعال، الأسود الفعال، الأسود المباشر، الأزرق المباشر، الأصفر المباشر، الأحمر المباشر، الأسود الحمضي، الأحمر الحمضي، الأزرق الحمضي.

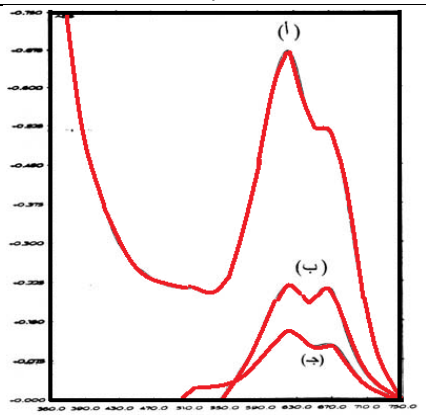
يزول لون الأصبغة بشكل متفاوت، وبالتدريج " الجدول 2 "، فبعد مرور 24 ساعة زال لون الصباغ الأحمر الفعال، والأصفر الفعال، والأسود المباشر، والأصفر المباشر، وضعف لون الكحلي الفعال، والأسود الفعال، والأحمر المباشر " الشكل 1"، ولم يطرأ تغير ملحوظ على لون التركواز الفعال في التركيزين 10 و

20 مغ بالـ 100 مل من البيئة بسبب تثبيط العمل الإنزيمي بشوارد النحاس التي تدخل في تركيب صباغ التركواز الفعال " فتالو سيانين وهو مشتق تترا آزا لتترا بنزو بورفيرين - الشكل 2: أ ، ب ، ج "، وعند خفض تركيز الصباغ إلى1 مغ / 100 مل، تغير لون التركواز الفعال إلى الأخضر الباهت، ما يدل على زيادة تأثير الإنزيم بالمحاليل المخففة " الشكل 3: أ ، ب "، ويتوقع للوهلة الأولى هلاك البكتريا، وعدم نموها في هذا الصباغ، في حين أمكن عدها في بعض الأطباق وصعب في بعضها الآخر لنموها الكبير.

الجدول 2

نتائج قياس أطوال أمواج وشدة امتصاص عينات الصباغ قبل المعالجة بالأحياء الدقيقة " محاليل المقارنة " ومن ثم قطر الهالة المتشكلة على أطباق بتري - صباغ، ولون الرشاحة بعد المعالجة الحيوية

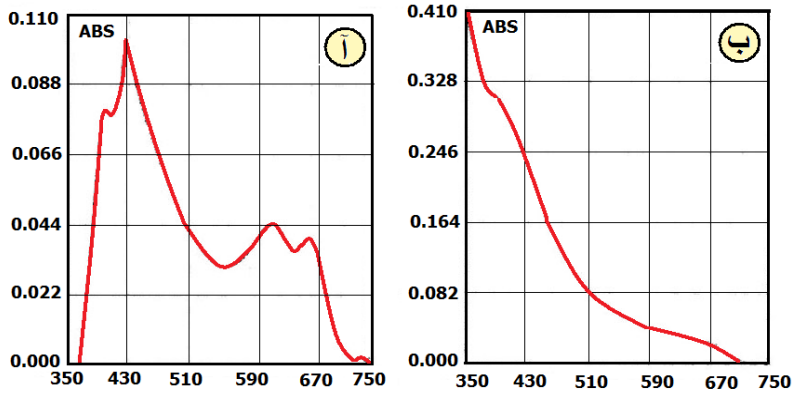
الصباغ	طول الموجة	شدة الامتصاص	التمديد	الامتصاص بعد المعالجة	قطر الهالة " مم "	لون الرشاحة بعد المعالجة
الأحمر الفعال	553.40	0.1870	1/10	-	-	أصفر باهت
الأصفر الفعال	553.2-499.4	0.0363-0.02	1/10	-	20	زوال اللون
الكحلي الفعال	568.40	0.1958	1/10	-	35	رمادي باهت
الأسود الفعال	553.60	0.2073	-	-	20	بيج باهت
التركواز الفعال 1 مغ	425.0-621.6	0.1023-0.0443	-	-	-	أخضر باهت
التركواز الفعال	624.2-622.8	0.6720-0.2181	1/10	0.1045-0.12277-0.6720	-	تركواز
الأسود المباشر	489.80	0.9377	-	-	20	بني باهت
الأزرق المباشر الغامق	569.80	0.2896	1/10	-	35	بنب باهت
الأصفر المباشر	553.8-461.2	0.0552-0.1764	1/10	-	25	زوال اللون
الأحمر المباشر	530.40	0.3788	1/10	-	30	زوال اللون
الأسود الحمضي	594.00	0.2354	1/10	-	20	أسود باهت
الكحلي الحمضي	557.80	0.3519	1/10	-	20	بني فاتح
الأحمر الحمضي	515.20	0.1979	1/10	-	30	وردي فاتح



الشكل 2

آ- منحني امتصاصية محلول المراقبة لصباغ التراكواز، التركيز 20 مغ /100 مل، بعد التمديد إلى 10/1.ب- منحني الامتصاصية بعد المعالجة الحيوية لفترة طويلة بتركيز 20 مغ /100 مل

ج- منحني الامتصاص بعد المعالجة الحيوية لفترة طويلة بتركيز 10 مع/100 مل



الشكل 3

آ- منحني امتصاصية محلول المراقبة لصباغ التركواز، التركيز 1 مغ /100 مل

ب- منحني الامتصاصية بعد المعالجة الحيوية

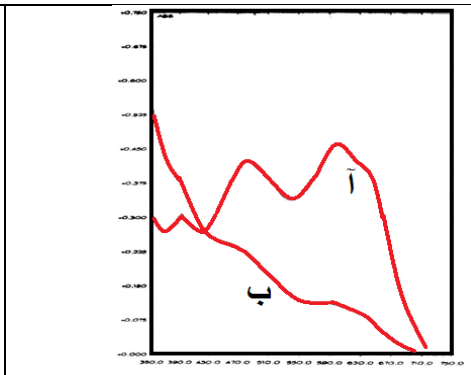
لم نحصل على نتائج مرضية " الجدول 3 " عند معالجة مياه حوض صباغ الكحلي الفعال، والأسود الفعال، بالأحياء الدقيقة عند التركيز 80%، وتحسنت النتيجة للصباغ الكحلي الفعال عند التركيز 50%، وتوصلنا لنتائج إيجابية عند التركيز 10% لكلا الحوضين " الأشكال 4 و 5"، وأخذت النتائج الواردة في الجدولين 2 و 3 وقيست طيوف الامتصاص بعد مرور 72 ساعة من بدء التلقيح، ولمعرفة شكل المنحني بعد المعالجة الحيوية ما قبل 350 نانومتر، وقيست شدة الامتصاص ما بين 200- 600 نانومتر، فلم نحصل على نتيجة واضحة في المجال 200-350 نانومتر " الشكل 6 "، يعود السبب في طول فترة زوال لون الأصبغة إلى عدم توفر حاضنة هزازة، تؤمن دخول الهواء إلى الوسط المغذي.

الجدول 3

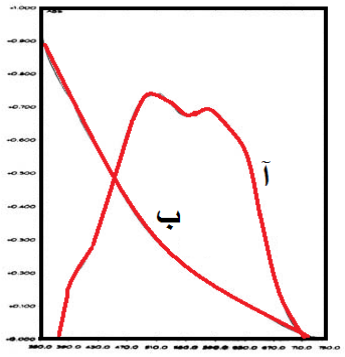
التراكيز المستخدمة وطول موجة أحواض المصبغة وشدة امتصاصها ولون الرشاحة بعد المعالجة الحيوية						
الصباغ	آلة الصباغ	التركيز	طول الموجة	شدة الامتصاص	الشدة بعد المعالجة	اللون بعد المعالجة
الأزرق الفعال *	*Over flue*	%50	599.80 486.40 392.40 594.40 474.60 392.20	0.4612 0.4234 0.3091 0.1100 0.1142 0.1409	-	بيج فاتح
الأسود الفعال **	*Over flue*	%80	514.40 581.40 580.20 515.20	0.6962 0.7419 0.6962 0.7419	0.5435 0.5922	بنفسجي
رواسب بنية رطبة	حوض الترسيب	%10	392.60	0.1821	-	راسب أصفر
تركواز فعال **	ونش *Winch*	%80	664.40 425.20	0.0527 0.1222	-	تركواز
بني فعال	جت *Jet*				-	فاتح
الرواسب	حوض الحمأة	%5	425.20	0.0549	-	راسب أبيض
تركواز مباشر ***	ونش *Winch*	%80	611.40 392.80 394.00	0.1236 0.3078 0.3774	-	
تفاحي فعال ****	حوض الرافعة	%80	489.80	0.0996	-	

* حوض صباغ بوجود مضخة لتدوير السائل، بدرجة حرارة 95°م، يحتوي كلور الصوديوم وكربونات الصوديوم.
** الحوض السابق نفسه مع إضافة ماءات الصوديوم.
*** حوض لصباغ قماش بولي استر- قطن يحتوي حمض وسيتامول وإيكالين *F* وكلور الصوديوم.
**** حوض لصباغ قماش بولي استر - قطن يحتوي كبريتات وكربونات وماءات الصوديوم.

واكتفينا للمساعدة على زيادة نمو البكتريا، وامتصاص الأكسجين والتي تقوم بدور أكسدة الأصبغة والمركبات العضوية وتحللها وتفككها، بوضع العينات بالدرجة 37°م، وتحريكها يدويًا من حين لآخر، أعطى تلقيح عينات حوض التجميع نتائج جيدة بعد مرور 24 ساعة بسبب وجود الأصبغة بشكل مخفف، لذلك يمكن البدء في المعالجة الحيوية بدءًا من حوض التجميع في المصابغ إذا أمكن خلط مخلفات مياه المصبغة بنسب كبيرة من الأحياء الدقيقة المنشطة، وتأمين الهواء الكافي لزيادة نمو البكتريا، مع تعديل قلوية الوسط أو حموضته مع مراقبة درجة الحرارة، تتحول المخلفات العضوية وأصبغة ملوثات مياه المصابغ الأساسية، إلى عناصر عديمة الضرر، تتخثر وتتجمع في كتل يسهل ترسبها في أحواض خاصة، لا يتوقف نشاط البكتريا إلا بعد إجراء عملية الكلورة " أو المعالجة ب الأوزون " في حوض خاص، يذاب فيه غاز الكلور في الماء المعالج بطريقة الحقن لفترة لا تقل عن 30 دقيقة، يمكن إمرار المياه المعقمة في المرشحات الرملية لإزالة ما تبقى من شوائب ومعلقات.

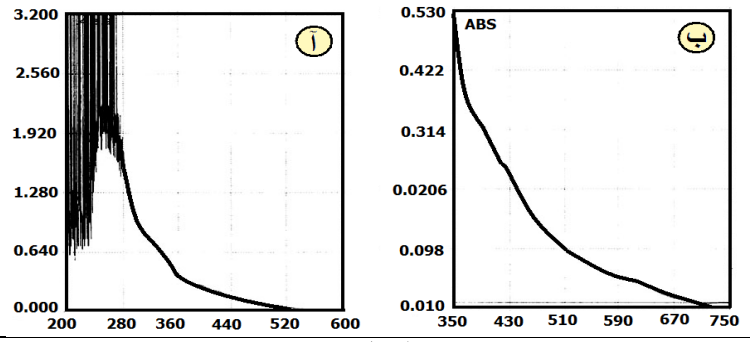


الشكل 4
آ- منحني امتصاصية محلول المراقبة لحوض صباغة القماش بالأزرق الفعال، تركيز 10%
ب- منحني الامتصاصية بعد المعالجة الحيوية



الشكل 5
آ- منحني امتصاصية محلول المراقبة لحوض صباغة القماش بالأسود الفعال، تركيز 10%
ب- منحني الامتصاصية بعد المعالجة الحيوية

يمكن استخدام المياه المعالجة في ري الأحراش والحدائق، شريطة أن لا تستخدم في ري الخضار والمحاصيل التي تؤكل نيئة.



الشكل 6
آ- منحني امتصاصية الأزرق الفعال، 10% بعد المعالجة الحيوية عند قياس شدة الامتصاص ما بين 200-600 نانومتر
ب- منحني الامتصاصية بعد المعالجة الحيوية عند قياس شدة الامتصاص ما بين 350-750 نانومتر

النتائج:

1- أمكن باستخدام الأحياء الدقيقة المعزولة من التربة أكسدة الأصبغة والمركبات العضوية وتحللها.
2- لوحظ التفاوت الكبير في سرعة زوال اللون بين صباغ وآخر.
3- لوحظ عدم زوال لون التركواز إلا بالمحاليل المخففة جدا بسبب تثبيط العمل الإنزيمي بشوارد النحاس.
4- لوحظ زوال لون مياه حوض التجميع بسرعة عند المعالجة بالأحياء الدقيقة، بسبب تركيز الأصبغة المخفف.
5- لوحظ عدم زوال مياه الصباغة في أحواض المصبغة إلا بعد تمديدها.
6- يمكن إعادة استخدام مياه الصباغة وتدويرها قبل صرفها إلى حوض التجميع.
7- يمكن جمع مياه الصباغة قبل الشطف والغسيل في حوض مستقل، يعالج أولا بالمخثرات الكيميائية، يلي ذلك بالأحياء الدقيقة.
8- يمكن جمع مياه الشطف والغسيل في حوض آخر مستقل، يعالج بالأحياء الدقيقة.
9- تعد طريقة المعالجة بالأحياء الدقيقة اقتصادية وقليلة التكلفة.
10- المياه الناتجة عن المعالجة بالأحياء الدقيقة شفافة أو ذات لون أصفر باهت، يمكن إعادة استخدامها بعد ترشيحها، وتعقيمها، أو طرحها في مجاري الصرف الصحي.

References المراجع

1- Grau P., Wat Sci., Technol, Vol . 24 ,No. 1, P. 97, 1991

2- Meyer U. Proc. FEMS Symp, P. 371, 1981

3- Southern T. G. Technical Solutions to Color Problem: a Critical Review in

Peter C., Color in deyhouse Effluent, 1sted., SDC, UK, P. 73-91, 1995

4- Hitz H. R. ,Huber W. , Read R.H., J. SDC, Vol. 94 ,P. 71, 1978

5- Zaghloul T. I., Al-Bahra M. Al–Azmeh H., Isolution, Indentification, and Keratinolytic Activity of Several Feather–Degrading Bacterial Isolates, Applied Bioch. Biotechnolog, Vol 70-72, 1998

6- Alexander M., Introduction To Soil Microbiolog 2 nd Ed . John Wiley and

Sons, New York, 1977

7- Color Index International, Third Edition, Vol. 8 and 9, 1992

كلمة شكر

نتوجه بالشكر إلى المشرفين والفنيين على المخبر المركزي كافة لما قدموه من مساعدة على إجراء القياسات على جهاز الطيف المرئي وفوق البنفسجي