تأثيرالتخاصب على جودة مياه السدود
حالة : سد سيدي محمد بن عبد الله

مجلة الكلية العدد: 20 / 2017

د. محمد صباحي /كلية الآداب- تطوان

تخضع البيئة في المغرب لإكراهات قوية تعزى بالأساس إلى عوامل طبيعية وسوسيو - اقتصادية، والتي تتسبب مع مرور الزمان في هشاشة الأوساط البيئية، ومن ضمنها بحيرات السدود."...إن الموارد الطبيعية للبلاد محدودة هشة، ومستغلة بشكل كبير ومفرط. كما أن السياسات التي ننعتها بسياسات حماية البيئة لازالت في بدايتها، فهي تفتقد لوسائل العمل .." [1].

لقد عرفت البيئة الوطنية ضغطا كبيرا خلال العقود الأخيرة، وقد زاد في حدتها سوء التدبير وصعوبة تطبيق القوانين المعمول بها على أرض الواقع، الشيء الذي تسبب في تدهور البيئية الوطنية في جل مظاهرها، بما فيها المياه العذبة. والماء الملوث هو كل ماء تم تدنيسه بأي شيء يفسد خواصه الطبيعية (كاللون والمذاق). أو يغير من طبيعته أو تركيبته الكيميائية أو الفيزيائية كدرجة حرارته وشفافيته .

إن حماية الموارد الطبيعية والبيئة في إطار تنمية متواصلة ومستمرة (مستدامة) أصبح أمرا ضروريا ومسؤولية الجميع كل من موقعه، كما أن المسؤولية الرئيسة والأكبر تقع على مؤسسات المجتمع المدني وصانعي القرار. فمن الصعب تحقيق تنمية مستدامة في ظل غياب سياسة بيئية واضحة تحافظ على توازن مكونات البيئة وتمنع من تدهورها. لقد خلصت الدراسات التي أجريت مؤخرا (**2011**)،إلى أن التكلفة السنوية لتدهور البيئة ببلادنا تصل إلى حوالي **13 مليار درهم**، أي ما يعادل **3,7 %** من الناتج الداخلي الخام (حسب معطيات كتابة الدولة المكلفة بالماء والبيئة) .

لقد أضحت اليوم مصادر التزود بالمياه تعاني من تدهور خطير في جودتها بفعل التدفق العشوائي للنفايات السائلة."... إن بمقدور المغرب أن يعبئ مياها أخرى تتمثل في المياه العادمة التي يبلغ حجمها **500 مليون م³**. والحال أنه لا يتم إعادة استخدام سوى نسبة **5 %** منها، بعد تصفيتها ..." [2] .

يشكل تدهور جودة المياه العذبة إحدى الإشكالات الكبرى التي تهدد بحق الأنظمة المائية. ففي عدة مقاطع من مجاري المياه سجلت مستويات حرجة من التلوث . لذا "...أضحت مقاومة مظاهر التدهور ضرورة ملحة، تمليها الحاجة إلى الحفاظ على التنوع البيولوجي والتربة والموارد وتوازنات الأوساط الطبيعية ببلادنا، لضمان شروط التنمية المستدامة ...." [3] .

1 - تدهور جودة المياه السطحية العذبة :

بلغت وضعية جودة المياه ببلادنا مستوى خطيرا من التدهور ، بسبب تعدد وتنوع مصادر التلوث (التلوث هو تواجد أي مادة من المواد الملوثة في البيئة بكميات كبيرة تؤدي بمفردها أو بالتفاعل مع غيرها إلى الأضرار بالوسط البيئي الذي نعيش فيه) منها على الخصوص المياه المستعملة المنزلية والصناعية. " إن جودة المياه السطحية والجوفية مهددة بطريقة متواصلة بطرح المياه المستعملة للمدن والصناعات دون تطهيرها وبإلقاء كميات كبيرة من النفايات الصلبة في مزابل غير مراقبة بمحاذاة مجاري الأنهار أو في مواقع تتواجد بها موارد مائية حساسة " [4] .

---

[1] – مديرية إعداد التراب (2004): ***التصميم الوطني لإعداد التراب (وثيقة تركيبية)*** منشورات عكاظ، وزارة إعداد التراب الوطني والماء والبيئة / قطاع إعداد التراب الوطني، الرباط / ص: 13.

[2] – ***المغرب الممكن (إسهام في النقاش العام من أجل طموح مشترك)***.مطبعة دار النشر المغربية/2006- ص:188.

[3] - مديرية إعداد التراب (2002): ***الميثاق الوطني لإعداد التراب***. منشورات عكاظ، وزارة إعداد التراب الوطني.

[4] – البزيوي مختار (2001) : ***سياسة واستراتيجيات تدبير الموارد المائية في المغرب***. مطبوعات أكاديمية المملكة المغربية ، مطبعة المعارف الجديدة – الرباط / ص : 312 .

لقد أدى تلوث المياه إلى الإخلال بالتوازن البيئي لمختلف الأحواض النهرية الوطنية، حيث تستقبل الوديان والبحيرات ومختلف البرك المائية العذبة، أكثر من **30 %** من إجمالي النفايات السائلة والصلبة الملوثة. ويعد سبو من أكثر المجاري المائية تلوثا على الصعيد الوطني، يليه أم الربيع وملوية وتانسيفت واللوكوس وأبي رقراق وغيرها.

ومما لاشك فيه، أن المياه السطحية تعد أكثر عرضة من غيرها لمخاطر التلوث، نظرا لتواجدها عارية فوق سطح الأرض. فحسب معطيات المديرية العامة لهندسة المياه، فإن أكثر من ثلث الموارد المائية السطحية رديئة الجودة. "... هناك **53 %** من المياه السطحية جيدة و **10 %** متوسطة الجودة. فيما الباقي، أي **37** % فهي تعد رديئة الجودة ... " [1] .

إن ضعف البنيات التحتية يعد سببا رئيسا في تدهور جودة المياه العذبة. فهناك تأخر كبير على مستوى محطات معالجة المياه المستعملة وشبكات التطهير. لذلك، يحاول البرنامج الوطني لتطهير السائل وتصفية المياه (يغطي الفترة الممتدة **2006- 2015**) تدارك هذا التأخر .

لذا وفي هذا الإطار، شرعت الدولة منذ **2006** في ترميم وتوسيع الشبكات والإيصالات وتقوية الشبكات المطرية بالمراكز الحضرية و إنشاء محطات للتصفية. ويهم البرنامج **260** تجمعا سكنيا حضريا تقطنه عشرة ملايين نسمة." ... يهدف البرنامج الوطني لتطهير السائل إلى بلوغ نسبة ربط إجمالية بشبكة التطهير السائل تصل إلى **80 %** في الوسط الحضري في أفق **2020** و **90 %** في أفق **2030**، وكذا تخفيض التلوث الناتج على المياه العادمة المنزلية بنسبة **90 %** في أفق **2030**، وإعادة استعمال **100 %** من المياه العادمة المعالجة * في **2030** ..." [2] .

1.1- أهم مصادر التلوث المائي :

تساهم مصادر التلوث غير الطبيعية التي هي من صنع الإنسان، بنصيب أكبر في تلويث الأوساط المائية العذبة، ومن ضمنها مياه بحيرات السدود. وتشكل مياه الصرف الصحي المنزلي والصناعي والنفايات الصلبة و الأسمدة والمبيدات المستعملة في الأنشطة الزراعية، أهم مصادر التلوث المائي." ولعل من أبرز المتناقضات التي ظهرت في التاريخ البشري، أن الإنسان رغم حاجته للماء و اعتماده الدائم عليه في معظم نشاطاته، إلا أنه كان دائما ولا يزال يتخلص من فضلاته في البحار ومياه البحيرات والأنهار التي تمثل أهم المصادر التي تمده بالمياه " [3] .

إن التطور الديموغرافي وتنامي القدرات الصناعية والفلاحية وتغيير أنماط العيش في المجتمع أدى إلى تحول في طبيعة النفايات وحجمها والتي تحتاج لمدة زمنية طويلة للتحلل والتفكك في الطبيعة . " لقد أدى النمو الديموغرافي والتمدين والتصنيع والتحولات التقنية في الزراعة إلى إفراز مواد ملوثة تساهم في تدهور جودة الماء. إذا أضفنا إلى ذلك انعدام التجهيزات الأساسية لمحاربة التلوث وأحيانا غياب بنيات التطهير الأساسية .... " [4] .

1.1.1- النفايات المنزلية :

تكون المياه العادمة ** الناتجة عن الاستعمالات المنزلية محملة أساسا بالمواد العضوية (ذات أصل بشري أو حيواني أو نباتي) القابلة للتحلل (Matières Organiques)، وأخرى عالقة لا تتحلل في الماء (Matières en Suspensions)، وأيضا بعناصر معدنية آزوتية وفوسفورية وأجسام أخرى مختلفة. عرف حجم المياه العادمة الحضرية تطورا كبيرا. ويعزى ذلك، إلى ارتفاع عدد سكان المدن ونسبة الوصل بشبكة الماء الصالح

---

[1] – المرصد الوطني للبيئة (2002): ***الحالة البيئية بالمغرب.*** (تقرير) وزارة الدولة المكلفة بالبيئة ، الرباط.

* - تشمل المعالجة الأولية على الفصل الميكانيكي أو ترسيب المياه وذلك من أجل إزالة الأشياء كبيرة الحجم. أما المعالجة الثانوية، تمكن من إزالة المغذيات والمواد العضوية من خلال التحليل الإحيائي عن طريق الكائنات الحية الدقيقة. فيما المعالجة الثلاثية، فتهم مجموعة من التكنولوجيات من أجل تخفيض مستويات المغذيات، وخاصة الفسفور والآزوت بواسطة استخدام الكيماويات أو الطحالب .

[2] – كتابة الدولة المكلفة بالماء والبيئة : ***مجلة البيئة*** / العدد السابع / يناير – مارس 2011 / الرباط .

[3] - د. عبد العاطي (1990): ***الإنسان و البيئة.*** نشر دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية ، مصر / ص: 388 .

[4] – مديرية إعداد التراب الوطني(2000): ***المجال المغربي واقع الحال*** (مساهمة في الحوار الوطني المتعلق بإعداد التراب) وزارة إعداد التراب الوطني والبيئة والتعمير والإسكان، الرباط / ص: 53 .

** - تتكون المياه العادمة من 99,9 % من الماء و 0,1 % من مواد مختلفة تكون إما ذائبة في الماء أو عالقة به. وإن كل متر مكعب واحد من النفايات السائلة قادر على تلويث من 40 م^3 إلى 60 م^3 من المياه الطبيعية النقية. وإن عدم تجديد المياه بفعل تردد فترات الجفاف يزيد من حدة الملوثات بالوسط المائي.

للشرب، وإلى ارتفاع معدل الاستهلاك الفردي من الماء، هذا إلى جانب التطور الصناعي. وتعد المراكز الحضرية الكبرى أهم مصدر للنفايات المنزلية، ويتراوح معدل النفايات المنزلية للفرد بالمغرب (**2010**) مابين **250** و **300** كلغ سنويا .

كان حجم مياه الصرف الصحي بالوسط الحضري سنة **1960**، لا يتعدى **50** مليون م^3. وفي سنة **1994** ارتفع الحجم إلى **500** مليون م^3 ، منها **370** مليون م^3 يتم عن طريق شبكة التطهير. ومن المتوقع أن يزيد عن **1 000** مليون م^3 في أفق **2020** .

أما النفايات المنزلية الصلبة، فتتراوح نسبتها ما بين **0,4** و **0,9** كلغ للفرد الواحد يوميا، أي بحوالي **5** ملايين و **660 000** طن/السنة. أما نسبة جمعها فتقدر ما بين **70** و **90** %. ويشكل إفراغ النفايات المنزلية الصلبة بطريقة عشوائية، تهديدا حقيقيا للأوساط المائية العذبة .

1.1.2- النفايات الصناعية :

تعتبر النفايات الصناعية من أخطر مصادر التلوث المائي وأكبر ملوث للبيئة عامة، خاصة إذا كانت تحتوي على مواد كيماوية سامة. وتتنوع هذه النفايات باختلاف تركيبات المنتجات المصنوعة (بترول، معادن، كروم، زئبق، أملاح ذائبة، وغيرها). إضافة إلى نفايات وحدات معالجة الشمندر وقصب السكر والزيتون والإسمنت ودور الدباغة وغيرها من الصناعات الملوثة .

1.1.3 - النفايات الفلاحية :

يراد بالنفايات الفلاحية كل المواد الكيماوية التي يستعملها الفلاح في أرضه للرفع من مستوى مردودية إنتاجه الزراعي. ويعد عدم عقلنة استعمال الأسمدة والمبيدات السامة ومشتقاتها، من الأسباب الرئيسية لتلوث المياه العذبة عبر مياه الأمطار ومياه السقي المحملة بالمواد الكيماوية .

ويعد التلوث الفلاحي، المصدر الثاني لتلوث المياه الجوفية بعد مياه الصرف الصحي، إذ يمثل **20 %** من الأخطار التي تهدد مصادر المياه الباطنية. " ... إن المياه الجوفية المهمة الأكثر تضررا توجد بالشاوية الساحلية، وعبدة - دكالة و سايس ووجدة - أنكاد والغرب حيث تبلغ كميات النترات **230 ملغ / لتر**، في حين أن المعيار هو **50 ملغ / لتر** ..."[1].

2- حوض أبي رقراق :

2.1 - معطيات جغرافية للحوض :

يقع حوض أبي رقراق في الوسط الشمالي الغربي للمنطقة الأطلنتية. يحده شمالا حوض سبو، وجنوبا هضبة* بنسليمان، وشرقا الهضبة الوسطى وغربا الساحل المتوسطي. ينبع المجرى الرئيسي للحوض من عالية الهضبة الوسطى، ثم يقطع الهضبة وجزء من المسيطا الساحلية ليصب عند الساحل الأطلنتي .

يمتد حوض أبي رقراق على بعد **20 كلم** من المصب فوق مساحة تقدر بـ **640 9 كلم^2**، مكونة أساسا من التلال والهضاب الوسطى. " تتكون المنطقة أساسا من هضاب كلسية تعمق فيها واد كرو وأبي رقراق اللذان يساهمان في تصريف مياه الهضبة الوسطى. كما ساهما في : إفراغ الحوض الرسوبي مع إعطاء سفوح منحوتة في الطين الترياسي والشيست الأولي، الانحدار من الجنوب الشرقي إلى الشمال الغربي، الارتفاع مابين **350 م** و **500 م** " [2] . ويتشكل الحوض من رافدين رئيسيين وهما :

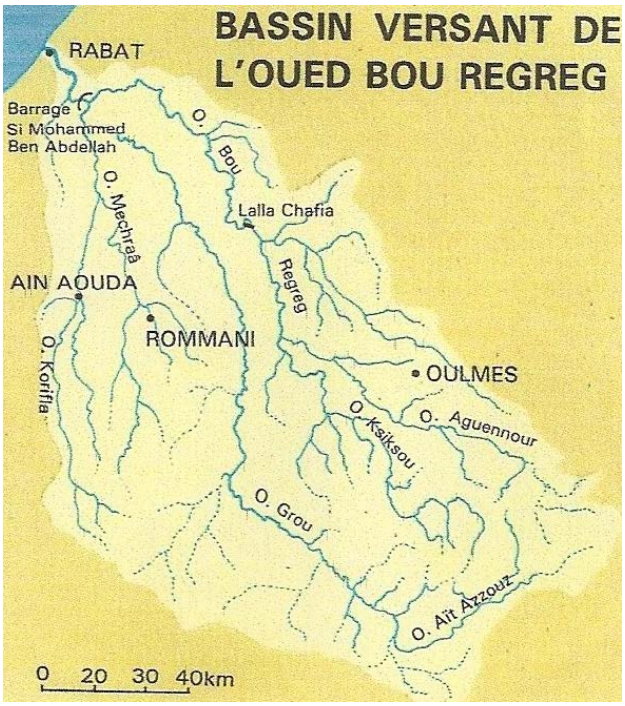
---

[1] – بوحولي أحمد (2001) : ***الموارد الطبيعية : الماء في محور التحديات البيئية والتنمية المستديمة.*** مطبوعات أكاديمية المملكة المغربية ، مطبعة المعارف الجديدة – الرباط / ص: 251 .

* - تقع هضبة بنسليمان في الجزء الشمالي الشرقي للمجال الجغرافي الذي يدعى بالشاوية السفلى التي ترتبط بوحدة تضاريسية متصلة وهي الرصيف الساحلي أوما يصطلح على تسميته في التعبير الجيومورفولوجي بـ " المسيطا " الساحلية، وهي امتداد للحاشية الغربية للهضبة الوسطى على شكل هضاب سفلى تنحدر تدريجيا باتجاه الساحل .

[2] – ذ. بلهلالي المصطفى: ***بعض مظاهر التدهور الحالي للوسط " الطبيعي " بمنطقة معازيز.*** الأحواض النهرية بالمغرب

- في شمال الحوض، وعلى امتداد **983 3** كلم^2 نجد واد أبي رقراق . طوله من منبعه إلى مصبه عند الساحل الأطلنتي يصل إلى حوالي **200** كلم. وتمثل سافلة الواد بموقعها الجغرافي حاجزا طبيعيا يفصل بين مدينتي الرباط (على الضفة اليسرى) وسلا (على الضفة اليمنى) .
- في جنوب الحوض نجد واد كرو الذي يمتد على مساحة تقدر بـ **657 5** كلم^2. يتكون الواد أصلا من ثلاثة أحواض وهي: كرو (**735 3** كلم^2) وكريفلة (**803 1** كلم^2) وعكراش (**119** كلم^2) .



Source: El Gharbaoui M.Ahmed(1987) : **La grande encyclopédie du Maroc.** Géographie Physique Et Géologie. Première édition – volume n. 3 /P : 43.

2.2- تدهور جودة مياه الحوض :

يعاني الحوض منذ بداية عقد الثمانينات من القرن الماضي تدهورا في جودة مياهه، خاصة على مستوى السافلة عند بحيرة سد سيدي محمد بن عبد الله. ويقدر حجم المياه المستعملة التي تقذف مباشرة في الواد بحوالي **746** [1] **مليون م^3 /السنة.** وتشكل المراكز والتجمعات السكنية والصناعية بجهة الرباط – سلا- زمور زعير أهم مصادر التلوث. إضافة إلى التأثير السلبي الذي تلحقه الأسمدة الكيماوية والمواد المقاومة للطفيليات الزراعية على جودة مياه الحوض .

وإشكالية التهيئة. أعمال الملتقى السابع للجيومورفلوجيين المغاربة، 18– 19 مارس 1998. منشورات كلية الآداب والعلوم الإنسانية - المحمدية، سلسلة الندوات رقم : 15. مطبعة النجاح، الدارالبيضاء (2003) / ص: 59-61 .

[1] - مديرية إعداد التراب الوطني (2000) : ***جهة الرباط - سلا - زمور - زعير .***
الحوار الوطني حول إعداد التراب (عناصر تمهيدية)، منشورات عكاظ، الرباط / ص: 46.

العوامل المساعدة على التلوث ووسائل مكافحة آثار التخاصب على جودة الماء

المصدر : المكتب الوطني للماء الصالح للشرب / مختبر جودة المياه ، الرباط .

يؤدي تدفق النفايات السائلة المنزلية والصناعية والفلاحية * بشكل عشوائي إلى تشبع المياه بالمواد المغذية خاصة الفوسفور والأزوت، مما يترتب عنه ارتفاع في وتيرة نمو الحشائش والطحالب التي تؤثر سلبا على جودة المياه لامتصاصها كميات كبيرة من الأوكسجين.كما أن تعفن وتحلل الطحالب الميتة يؤثر بصورة سلبية على درجة جودة المياه، بتخفيض مستويات الأوكسجين الذائب فيها .

3- إشكالية التخاصب بسد سيدي محمد بن عبد الله :

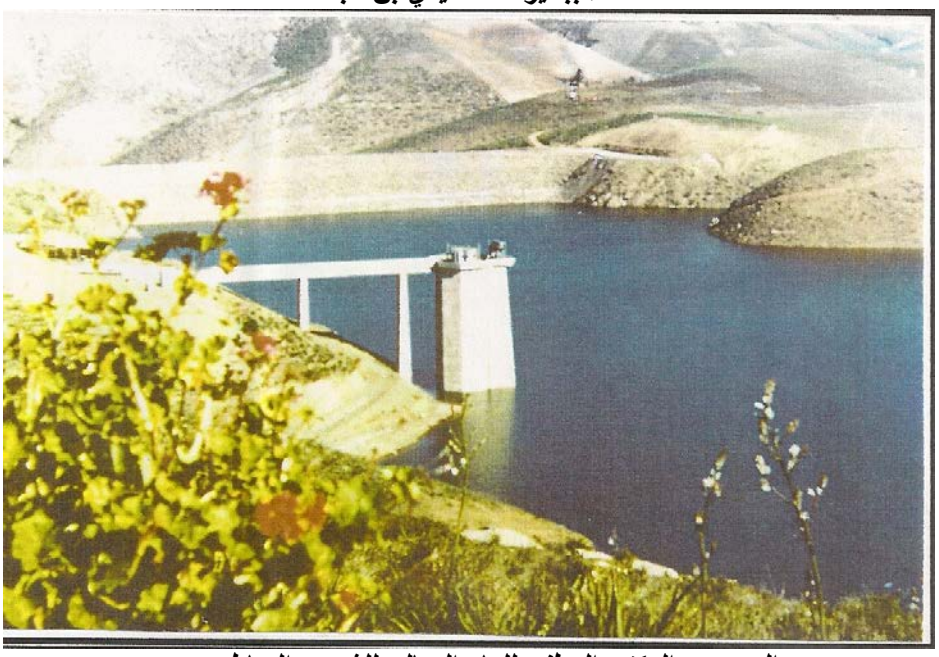
لا تقتصر ظاهرة التخاصب فقط على سد سيدي محمد بن عبد الله بل تعاني منه عدة سدود، أهمها:سد واد المخازن ومولاي يوسف ومحمد الخامس وأسمير ويوسف بن تاشفين وعبد المؤمن وغيرها. ويعزى اختيارنا لهذا السد كونه من جهة، يحتوي على أكبر مركب لإنتاج الماء الصالح للشرب على الصعيد الوطني. ومن جهة ثانية، يعاني بحدة من ظاهرة التخاصب. إذن ماذا يقصد بظاهرة التخاصب ؟ وماهي العوامل المساعدة على نموها ؟ ثم ما هي الإجراءات المتخذة للحد منها ؟

3.1- حالة سد سيدي محمد بن عبد الله :

يقع سد سيدي محمد بن عبد الله بمنطقة عكراش (ضواحي مدينة الرباط)، حيث يوجد على واد أبي رقراق. وقد شرع في العمل سنة **1974** بطاقة تخزين تقدر بـ **486 مليون م**^{3}. وبعد تعلية السد من **99 م** إلى **108 م** ارتفعت السعة إلى حوالي **800 مليون م**^{3}. أما وظيفته الرئيسية، فهي إنتاج الماء الصالح للشرب، إذ توجه مياهه لتزويد الشريط الساحلي الممتد بين مدينتي الرباط والدار البيضاء، إضافة إلى مدينة بن سليمان .

* - النفايات الفلاحية هي الأسمدة الكيماوية التي تستخدم في خصوبة التربة الزراعية (Engrais) ، وكذلك مبيدات الحشرات (Insecticides)ومبيدات الطفيليات النباتية (Pesticides) التي تستخدم لمكافحة الآفات الزراعية. وتحتوي أغلب هذه المبيدات على عناصر سامة مثل D.D.T و الإلدرين (Aldrin) و التوكسافين .

مأخذ الماء ببحيرة سد سيدي بن عبد الله



المصدر : المكتب الوطني للماء الصالح للشرب، الرباط .

3.2- مفهوم التخاصب:

يراد بالتخاصب (Eutrophisation)، نمو الطحالب على سطح مياه بحيرات السدود. وتعزى هذه الظاهرة إلى وجود زيادة في المواد المغذية الكيماوية، وتشمل بالأخص الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم، هذه المواد تساعد على تهييء ظروف مناسبة لنمو مكثف ومتسارع للطحالب (نباتات بسيطة عديمة الجذور، تنمو في المياه المعرضة للشمس، وهي مادة غذائية للأسماك) .

عند تعفن وتحلل الطحالب الميتة تؤثر بصورة سلبية على درجة جودة المياه، أما تكاثرها فيسبب نقصا في كمية الأوكسجين في الطبقات السفلى لبحيرات السدود مما يهدم الحياة البيولوجية. هذا الوضع ينتج عنه تخصيب المياه، وهي الشيخوخة المبكرة التي تصيب النظام المائي، الأمر الذي يؤدي إلى تغيير طعم وتركيبة الماء .

إن المياه الناتجة عن التخاصب لا يمكن اعتبارها مياه ملوثة، إلا أنها تعد مياه غير صالحة للشرب وتفرض المعالجة في المحطات المختصة. ويشكل الأوكسجين الدائب والفوسفاط الكلي والنترات والكلوروفيل أحد أهم المؤشرات لتقييم ظاهرة التخاصب في مياه بحيرات السدود .

من خلال زيارتنا لمركب سد سيدي محمد بن عبد الله (عكراش) بضواحي مدينة الرباط. توصلنا إلى معرفة عدة حقائق تهم بالأخص انعكاسات ظاهرة التخاصب على جودة مياه بحيرة السد، وأيضا التعرف على الوسائل المعمول بها لمكافحة أو التخفيف من آثار هذه الظاهرة التي تعاني منها مجموعة من السدود الكبرى الوطنية .

3.3- انعكاسات ظاهرة التخاصب على جودة مياه بحيرة السد:

في الفترة الجافة، تكون ببحيرة السد طبقة مائية واصلة، تفصل ما بين المياه الساخنة للطبقة العليا النشيطة والطبقة السفلى الغنية بالنترات والفوسفاط وفقيرة من الأوكسجين. أما في الفترة الرطبة، فإن هذا التصنيف الحراري ينقلب، حيث حرارة الطبقة العليا تنخفض فيصبح الماء باردا وثقيلا، وبالتالي ينزل نحو الأعماق، فيعقب ذلك تمازج وتجانس ما بين الطبقتين المائيتين، عندها تختفي الطبقة الواصلة، لتظهر ثانية في الفترة الجافة وهكذا، تزداد حدة التخاصب مع ارتفاع درجات الحرارة .

توضح النقط الآتية مدى تأثير ظاهرة التخاصب على جودة مياه السد في الفترة الجافة على مستوى جميع الطبقات المائية الثلاث :

- انخفاض في شفافية الماء وتلونه بفعل تواجد الكتلة البيولوجية الطحلبية في الطبقة العليا لمياه بحيرة السد؛

- زيادة نسبة الحموضة، وتشبع الطبقة العليا بالأوكسجين المذاب ؛
- تكاثر المواد العضوية غير المعدنية، وظهور الهيدروجين السلفوري وعجز في الأوكسجين المذاب في الطبقة الواصلة لمياه بحيرة السد ؛
- نقص في الأوكسجين* المذاب، وارتفاع في تركز نسبة الحديد والمنغنيز في الطبقة السفلى لمياه بحيرة السد، وكذا ارتفاع في درجة حرارة الماء وظهور الهيدروجين السلفوري ؛
- رداءة طعم الماء ووجود روائح بفعل كثافة الطحالب والجزئيات العضوية .

3.4 - الإجراءات المتخذة لتحسين جودة مياه بحيرة السد:

خلال فترة **1979 - 1982**، قام المكتب الوطني للماء الصالح للشرب بتعاون مع المنظمة العالمية للصحة وبرنامج الأمم المتحدة للتنمية، بدراسة العوامل الناجمة عن تخاصب مياه بحيرة سد سيدي محمد بن عبد الله . لقد اعتبرت هذه الدراسة آنذاك الأولى من نوعها على صعيد البلدان ذات المناخ الجاف وشبه جافة. وقد نتج عن هذه الدراسة التي امتدت ثلاث سنوات، إيجاد بعض الحلول للحد من تخاصب مياه بحيرة السد، وقد عممت على بقية سدود البلاد التي تعاني من نفس الظاهرة. وتتلخص هذه الحلول في النقط التالية :

- **على مستوى حوض أبي رقراق :**
  - مراقبة استغلال التربة في المناطق الزراعية المجاورة للحوض النهري ؛
  - مراقبة تدفقات النفايات المنزلية و الصناعية الموجهة للحوض النهري ؛
  - تشجير منحدرات الحوض النهري بتعاون مع وزارة الفلاحة، للحد من انجراف التربة، علما بأن التوحل (وسط غني بالعناصر المخصبة) له دور في زيادة التخاصب .
- **على مستوى حقينة السد :**
  - اختيار أفضل لموقع أخذ الماء الخام الموجه لمحطات المعالجة لإنتاج الماء الصالح للشرب ؛
  - إفراغ جزئي للطبقات المائية السفلى الغنية بالمواد العضوية والفقيرة من الأوكسجين عندما تسمح الظروف الهدروليكية ؛
  - تهوية اصطناعية لمياه البحيرة، فهي عملية تتشكل من نقل الهواء مكانيكيا إلى الماء للرفع من مستوى الأوكسجين ؛
  - حقن الطبقات المائية السفلى بالنترات لتقوية الأوكسجين ؛
  - اللجوء إلى الحل البيولوجي المتمثل في إدخال سمك الشبوط (Carpe Argentée) الصيني المفضض آكل الطحالب إلى بحيرة السد، وذلك للتقليل من التطور السريع للطحالب .

بدأت هذه العملية في **3** غشت **1987**، وذلك بكثافة **200** سمكة في الهكتار الواحد. وقد ساهم بشكل كبير سمك الشبوط في التقليل من التطور السريع للطحالب ببحيرة السد. فهو مستهلك للبلاكتونات النباتية والحيوانية، مثل الطحالب المجهرية وبأحجام تقل عن عشرين ميكرومتر، ويتطلب حرارة ماء منخفضة نسبيا لا تتجاوز في معظم الحالات عشر درجات .

---

* - أوكسجين مذاب : كمية من الأوكسجين الغازي (O_2) توجد بالفعل في المياه و يعبر عنها إما بوجودها في حجم من الماء (ملليغرام من O_2 في اللتر)، أو بنسبتها من المياه المشبعة (نسبة مئوية) .

أحجـــام مختلفـــة مـــن ســـمك الشـــبوط

المصدر : المكتب الوطني للماء الصالح للشرب / مختبر جودة المياه ، الرباط .

وبالرغم من هذه الإجراءات المتخذة، فإن تخاصب مياه بحيرة سد سيدي محمد بن عبد الله لازال مطروحا. فعلى مستوى عمليات معالجة المياه الخامة الموجهة لقطاع الماء الصالح للشرب يتطلب الأمر استعمال تقنيات متطورة ومواد إضافية للمعالجة باهظة الثمن، مما يزيد من كلفة المعالجة . " ... وتقدر كلفة تدهور الموارد المائية بالمغرب، بأكثر من **4,3** مليار درهم في السنة ... " [1].

ويؤدي تكاثر المواد العضوية الدخيلة إلى زيادة الطلب على الكلور (على مستوى التعقيم الأولي بمادة الكلور- **Préchloration**).كما أن ارتفاع نسبة الحموضة (**PH**) في الماء يلزم إضافة كميات من كبريتات الألومين- **Sulfate d'alumin** (على مستوى عملية التخثر- **Coagulation**). ولإزالة الذوق الرديء وروائح المياه ، يتم اللجوء إلى زيادة الفحم المنشط (**Charbon Actif**) .

إن معالجة المياه الخامة المخصبة الموجهة لإنتاج الماء الصالح للشرب، تقتضي كلفة إضافية من **10 %** إلى **20 %** من تكلفة المتر المكعب من الماء المعالج. لذا يمكن تعداد ظاهرة التخاصب من ضمن المشاكل العويصة التي تواجه السياسة المائية الوطنية. فهناك أموال إضافية باهظة تصرف على معالجة المياه الخامة الموجهة لقطاع الماء الصالح للشرب. لكن دون التفكير بجدية في معالجة الأسباب الكامنة وراء حدوث هذه الظاهرة بمختلف السدود الكبرى الوطنية .

خلاصة القول، يمكن اعتبار سوء التدبير والتعامل غير السليم للإنسان مع بيئته واستغلاله العشوائي والمكثف للموارد الطبيعية من العوامل الرئيسة في زعزعة النظم الإيكولوجية والإخلال بالتوازن البيئي، ومن ضمنها الأوساط المائية ببحيرات السدود التي تعاني من ظاهرة التخاصب وعلى رأسها سد سيدي محمد بن عبد الله ، علما أن الخلل البيئي يحصل عندما يقع تدهوركمي أو نوعي أو هما معا لأحد مكونات البيئة الأساسية من ماء أو تربة أو نبات .

لقد أكدت كل الدراسات والأبحاث، أن الوسط الطبيعي بالمغرب في تدهور مستمر في شتى مظاهره، مما يهدد بحق مستقبل التوازنات البيئية. لقد أصبح الرهان البيئي رهانا تنمويا، ذلك أن مفهوم التنمية المستدامة يتركز في

1- مديرية إعداد التراب الوطني (2007) : مستقبل الماء، شأن الجميع. (الحوار الوطني حول الماء) / وزارة إعداد التراب الوطني والماء والبيئة، الرباط .

جوهره على التوازن الضروري بين المحافظة على الثروات الطبيعية والبيئية وجعلها في خدمة التنمية. فبدون بيئة سليمة لا تكتمل شروط التنمية المستدامة مهما كان شكل التحديات.

البيبليوغرافيا

المرصد الوطني للبيئة (2002) : ***الحالة البيئية بالمغرب*** (تقرير) وزارة الدولة المكلفة بالبيئة، الرباط .

البزيوي مختار (2001) : ***سياسة واستراتيجيات تدبير الموارد المائية في المغرب.***
مطبوعات أكاديمية المملكة المغربية، مطبعة المعارف الجديدة، الرباط / م.ص : 527 .

اللجنة المديرية (2006) : ***المغرب الممكن.***
(إسهام في النقاش العام من أجل طموح مشترك).مطبعة دار النشر المغربية.

بلهلالي المصطفى : ***بعض مظاهر التدهور الحالي للوسط " الطبيعي " بمنطقة معازيز***. الأحواض النهرية بالمغرب وإشكالية التهيئة. أعمال الملتقى السابع للجيومورفلوجيين المغاربة، 18– 19 مارس **1998**. منشورات كلية الآداب - المحمدية، سلسلة الندوات رقم : **15**. مطبعة النجاح، الدارالبيضاء/ **2003** .

بوحولي أحمد (2001) : ***الموارد الطبيعية : الماء في محور التحديات البيئية والتنمية المستديمة.***
مطبوعات أكاديمية المملكة المغربية، مطبعة المعارف الجديدة، الرباط / م.ص : 527 .

عبد العاطي (1990) : ***الإنسان و البيئة.*** نشر دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية / م.ص : 448 .

مديرية إعداد التراب (2004) : ***التصميم الوطني لإعداد التراب (وثيقة تركيبية) .***
منشورات عكاظ، وزارة إعداد التراب الوطني والماء والبيئة، الرباط .

مديرية إعداد التراب الوطني (2000) : ***المجال المغربي واقع الحال .***
(الحوار الوطني) وزارة إعداد التراب الوطني والبيئة والتعمير والإسكان، الرباط / م.ص : 128.

مديرية إعداد التراب الوطني (2002) : ***البيئة في المغرب 10 سنوات بعد ريو .***
وزارة إعداد التراب الوطني والبيئة والتعمير والإسكان، الرباط .

مديرية إعداد التراب الوطني (2000) : ***جهة الرباط - سلا - زمور - زعير .***
الحوار الوطني حول إعداد التراب (عناصر تمهيدية)، منشورات عكاظ، الرباط . ***مجلة البيئة*** / العدد السابع / يناير– مارس **2011** - الرباط .

El Gharbaoui M.Ahmed (1987) : ***La grande encyclopédie du Maroc.***
Géographie Physique Et Géologie. Première édition – volume n. 3/ p: 231.

O.N.E.P (1981) : ***L'eutrophisation du Lac – réservoir Sidi Mohammed ben Abdallah près de Rabat*****. (Rapport)**

O.N.E.P (1996) : ***Lutte contre les conséquences de l'eutrophisation sur la qualité de l'eau des retenues de barrages*****. (Rapport)**