مجلة جامعة فزان العلمية
Fezzan University scientific Journal
journal@fezzanu.edu.ly

أهمية الأحزمة الخضراء للمدن الصحراوية وإمكانية إنشائها اعتمادا على مياه الصرف الصحي المعالجة (مدينة سبها نموذجا)

*محمدا نوير عبد الرحمن انوير [1]
[1]قسم الهندسة المدنية، كلية الهندسة، جامعة وادي الشاطئ،

الملخص

يُشبّه الباحثون أهمية الأحزمة الخضراء والمناطق الخضراء عموما للمدن بأهمية الدور الحيوي للرئة في الجسم، حيث تساهم الأحزمة الخضراء في تحسين البيئة للمدن الصحراوية وفي تزيينها فتمنحها منظرا جماليا. ومن الناحية الجغرافية تعمل على تقريب المسافات بينها وتحافظ على المواقع التاريخية فتضمن ديمومتها. هل يمكن الاعتماد على مياه الصرف الصحي المعالجة لمدينة سبها كبديل للمياه الجوفية لإنشاء أحزمة خضراء؟ تُعد المياه الجوفية في ليبيا عموما والمنطقة الجنوبية خصوصا المصدر الأساسي والوحيد للاستخدام في مختلف الأغراض بنسبة 95% ويُستهلك منها للأغراض الزراعية 65%–97% تقريبا ونتيجة لهذا الاستنزاف فإنها مهددة بالنضُوب خاصة إذا علمنا أن 90% من مصادرها غير متجددة، وأن متوسط استهلاك الفرد 280 لتر/يوم ويتضح هذا الاستنزاف من خلال مؤشرات هبوط منسوبها وتدهور نوعيتها في العديد من المدن الليبية. تستهلك الأحزمة الخضراء كغيرها من الزراعات كميات كبيرة من الماء، بالمقابل تنتج محطة مياه الصرف الصحي لمدينة سبها ما يزيد عن 15750م^3/يوم مياه غير مستغلة تُرمى بالكامل إلى فضاء ترابي بالقرب من المدينة منذ سنة 1988م رغم ملائمتها لاستزراع عدة أنواع من أشجار البيئة الصحراوية بحسب العديد من الدراسات، يتوقع الباحث بأنه إذا تم استغلال هذه الكمية من المياه في إنشاء أحزمة خضراء حول المدينة لأمكن تحسين بيئتها الصحراوية وتوفير كميات من المياه الجوفية؛ وبالتالي المساهمة في المحافظة على مخزونها الجوفي في المنطقة ضمانا لاستمرار الحياة للأجيال الحالية والقادمة. يهدف هذا البحث إلى دراسة مدى إمكانية الاعتماد على مياه الصرف الصحي المعالجة لمدينة سبها من الناحية الكمية في إنشاء أحزمة خضراء حول المدينة، وخلص إلى إمكانية استغلالها، والتوصية للجهات المسئولة بتبني ودعم مشروع إنشاء الأحزمة الخضراء حول مدينة سبها.

الكلمات المفتاحية: الأحزمة الخضراء، استنزاف المياه الجوفية، مدينة سبها، مياه الصرف الصحي المعالجة.

The Importance of Green Belts for Desert Cities and the Possibility of Their Development Using Treated Wastewater (A Case Study of Sebha City)

*Mohammedinweer Abdulrahman Inweer[1]
[1]Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, Wadi Al Shatti University, Libya

Abstract

Researchers liken the importance of green belts and green areas in cities to the vital role of the lungs in the human body, as they contribute significantly to improving the environment of desert cities while enhancing their aesthetic value. From a geographical

* مؤلف البحث عناوين البريد الإلكتروني m.inweer@wau.edu.ly
– ندوه التحول نحو طاقة نظيفة في فزان هندسة الطاقات المتجددة في المناطقة الصحراوية – جامعة فزان الخميس 12 -فبراير-2026

perspective, green belts improve spatial connectivity and help preserve historical sites, ensuring their long-term sustainability. This study raises the question of whether treated wastewater from the city of Sebha can be relied upon as an alternative to groundwater for the establishment of green belts. Groundwater in Libya in general, and in the southern region in particular, represents the primary and sole source of water for various uses, accounting for 95%, with approximately 65%–97% consumed for agricultural purposes. As a result of this intensive use, groundwater resources are threatened with depletion, especially considering that about 90% of these resources are non-renewable, and the average per capita consumption reaches 280 liters per day. This depletion is reflected in declining water levels and deteriorating quality in many Libyan cities. Green belts, like other agricultural activities, require substantial quantities of water. In contrast, the wastewater treatment plant in Sebha produces more than 15,750 m^3/day of unused water, which has been discharged into open land near the city since 1988, despite its suitability for irrigating various types of desert-adapted trees, as indicated by numerous studies. The researcher suggests that utilizing this volume of treated wastewater to establish green belts around the city could improve the desert environment and conserve groundwater resources, thereby contributing to the sustainability of water reserves for present and future generations. This study aims to assess the quantitative feasibility of relying on treated wastewater in Sebha for establishing green belts and concludes with the possibility of its utilization, recommending that relevant authorities adopt and support such projects.

Keywords: Green belts, groundwater depletion, Sebha city, treated wastewater.

مقدمة البحث

تعد ليبيا من البلدان الصحراوية التي تعتمد على المياه الجوفية في تحقيق أمنها المائي لمختلف الأغراض إذ لا توجد فيها مجاري مائية سطحية دائمة الجريان، وتتعرض المياه الجوفية المتوفرة فيها للاستنزاف بسبب الطلب المتزايد عليها نتيجة النمو السكاني والتوسع في الزراعة ومشاكل التلوث –تستهلك الزراعة وحدها 65%–97% من إجمالي الاستهلاك الكلي للمياه الجوفية والمقدر بحوالي 95%– ؛ مما أدى إلى هبوط مناسيب بعض الأحواض المائية الجوفية فيها وزادت ملوحتها [1]، الأمر الذي يجعلها مهددة بالنضوب ما لم تتخذ الإجراءات العاجلة لترشيد استهلاكها، خاصة إذا علمنا أن 90% من مصادرها غير متجددة وان متوسط استهلاك الفرد 280 لتر/يوم [2],[3],[4] ؛لذلك تظهر شدة الحاجة لموارد مائية أخرى –غير تقليدية– بديلة للمياه الجوفية كمياه الصرف الصحي المعالجة لإنشاء الأحزمة الخضراء .

أهمية البحث

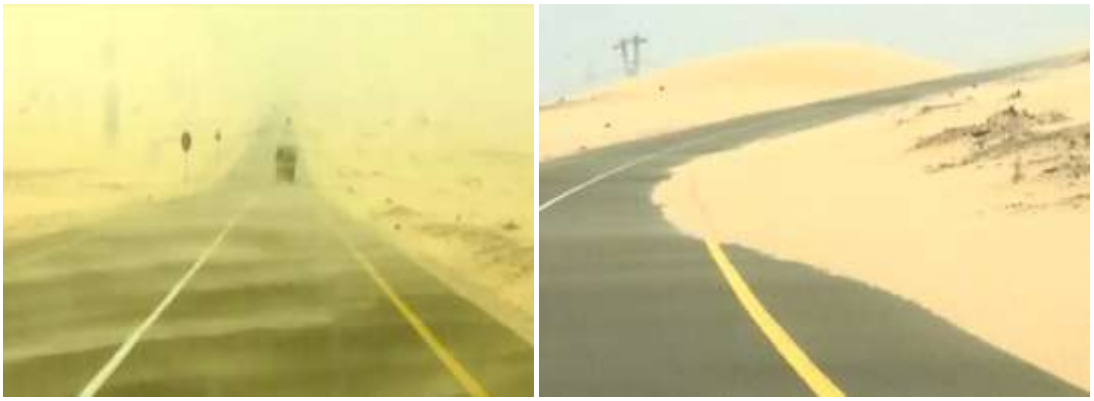
الأحزمة الخضراء عبارة عن امتدادات طبيعية أو منشاة من النباتات أو الاشجار أو كليهما حول المدن أو في جزء منها. من الناحية البيئية يساهم الغطاء النباتي الكثيف للأحزمة الخضراء في تلطيف الأجواء، وامتصاص ملوثات الهواء، ويساعد على تقليل الاحتباس الحراري عن طريق التخلص من غاز ثاني أكسيد الكربون CO_2 من الجو وإطلاق الأكسيجين [5],[6],[7],[8]كما يساعد الغطاء النباتي على تقليل درجة حرارة الجو، ويكون ذلك من خلال حجب أوراق الأشجار لأشعة الشمس. كما يحدث المزيد من التبريد عند تبخر الماء من سطح أوراق الاشجار، ويعمل الحزام كمصدر للرياح مما يساعد في الحفاظ على إنتاج المناطق الزراعية القريبة من المدن وفي تثبيت الرمال في المدن الصحراوية. ومن الناحية الجمالية تساهم الأحزمة الخضراء في تزيين المدن وتمنحها منظرا جميلا، كما تساهم في الحفاظ على المواقع التاريخية وتضمن ديمومتها ومن الناحية الجغرافية تعمل على تقريب المسافات بينها الشكل (1)، [9] يستمد هذا البحث أهميته في كونه تناول دراسة إمكانية إنشاء المسطحات الخضراء اعتمادا على كمية مياه الصرف الصحي المعالجة لمدينة سبها،

وتقدير مساحة المسطحات الخضراء الممكن إنشاؤها كذلك عدد ونوع هذه الاشجار، حيث أن الدراسات السابقة تناولت الموضوع من الناحية النوعية وليست الكمية.

شكل 1: الأحزمة الخضراء

مشكلة البحث

تتصف مدينة سبها بالمناخ الصحراوي القاسي، وتعاني من التصحر، وفي موسم الرياح تجتاحها العواصف الرملية المحملة بالغبار التي تتسبب في زحف الرمال على الطرق، وعدم وضوح الرؤية؛ حيث تشكل هذه الحالة خطورة كبيرة خاصة عند السير على الطرق باستعمال المركبات كما يوضح الشكل(2)، وقد جرت محاولة حكومية في نهاية تسعينيات القرن الماضي لإنشاء حزام أخضر لصد الرياح من الجهة الغربية للطريق الرئيسي (سبها–براك) وبموازاته كما يوضح الشكل(3)، لكن هذه المحاولة أهملت ولم تستمر؛ وبالتالي جفت ويبست معظم أشجار المصد، ويعتقد الباحث أن الإهمال في متابعة إدارة هذا المشروع كان سببا في فشله؛ وذلك لأن عملية الري اعتمدت على المياه الجوفية بواسطة عدد من الآبار على مسافات محددة مزودة بالكهرباء بواسطة أسلاك كهربائية هوائية، ونتيجة الانفلات الأمني في عام 2011م سرقت الأسلاك والمضخات وتركت الاشجار عطشى، وعليه يعتقد الباحث بان إنشاء أحزمة خضراء بالاعتماد على مياه الصرف الصحي المعالجة لمدينة سبها أقرب للنجاح والاستمرارية والجدوى مقارنة بالمحاولة السابقة، ولا شك في أن إنشاء مشروع الأحزمة الخضراء سيساهم في تحسين البيئة الصحراوية للمدينة، وسيغير من مظهرها ومن قدرتها على تقديم الخدمات للسكان والزوار للأفضل.



شكل2: العواصف الرملية وزحف الرمال على الطريق الرئيسي المؤدي إلى مدينة سبها من الجهة الشمالية

شكل3: جفاف وموت أشجار مصد الرياح على الطريق الرئيسي المؤدي إلى مدينة سبها من الجهة الشمالية

فرضية البحث

يحاول الباحث التحقق من أن كمية مياه الصرف الصحي المعالجة المهدرة والغير مستفاد منها في مدينة سبها بسبب الإهمال وسوء الإدارة يمكن استغلالها في إنشاء أحزمة خضراء تحقق الغرض من إنشائها.

الهدف من البحث

يهدف البحث إلى الإجابة عن السؤال التالي: هل يمكن إنشاء أحزمة خضراء بالاعتماد على كمية مياه الصرف الصحي المعالجة لمدينة سبها والمقدرة بحوالي 15750م^3/يوم تساهم في تحسين البيئة الصحراوية لهذه المدينة وتحافظ على مواقعها التاريخية فتضمن ديمومتها، وفي تزيينها فتمنحها منظرا جماليا وباعتبارها عاصمة الجنوب فتعمل الأحزمة الخضراء بجانب الطرق على تقريب المسافات البعيدة بينها وبين المناطق المحيطة بها من الناحية الجنوبية والشمالية كمناطق وادي الشاطئ ومناطق وادي البوانيس ووادي الآجال، وهذا بدوره يساهم في تخفيف مشقة السفر والتنقل لمستعملي الطرق، خاصة في مواسم ارتفاع درجة الحرارة وهبوب الرياح فيؤدي هذا التخفيف إلى تقليل حوادث السير على هذه الطرق وبالتالي حفظ الأرواح والممتلكات؟

منهجية البحث

اعتمد الباحث على جمع البيانات والمعلومات المتوفرة من خلال المصادر المنشورة من دراسات علمية وكتب حول موضوع البحث ودراستها وبالتالي الإجابة عن سؤال البحث.

منطقة البحث

مدينة سبها وهي اكبر مدن الجنوب الليبي وتقع في منطقة فزان ضمن الإحداثيات (خط طول '25 14^0 شرقا وخط عرض '57 26^0 شمالا) كما في الشكل (4)، يبلغ عدد سكانها حوالي 133206 نسمة حسب تعداد السكان لعام 2006 م، وترتفع عن مستوى سطح البحر بحوالي 420 متر، وتبعد مسافة 787 كلم جنوبا عن العاصمة طرابلس، تبلغ مساحتها العمرانية حوالي 3400 هكتار واقعة ضمن حدود المخطط الشامل لعام 2000م ومن المتوقع أن تصل عام 2025م إلى ما يزيد عن 6247 هكتارا، تحيط بها رمال زلاف من الجهة الشمالية والغربية، وتتصف بمناخ صحراوي شديد الحرارة والجفاف والأمطار نادرة التساقط [10],[11].

شكل 4: الموقع الجغرافي لمنطقة البحث (مدينة سبها) [12]

الدراسات السابقة

"التصميم العمراني كمدخل لتحقيق عمران اخضر مستدام" تناولت هذه الدراسة إمكانية الوصول إلى المجتمعات العمرانية المستدامة، وأنها صارت هدفا عالميا تسعى كل البلدان لتحقيقها، كما تخضع المدن للتصميم العمراني المستدام من خلال القضايا العمرانية والبيئية والاقتصادية والاجتماعية وفق رؤية مستقبلية مستدامة، وتناولت الدراسة مفهوم الاستدامة ودعائمها الرئيسية مع التخطيط العمراني المستدام للوصول لأهداف التنمية المستدامة، ومميزات المجتمع العمراني المستدام، والتطرق لمبادئ ومعايير التصميم الأخضر لتحقيق عمران مستدام بعناصره المختلفة من حيث اختيار الموقع والنسيج العمراني، وترشيد الاستهلاك للمياه مع معالجة مياه الصرف الصحي. ومن نتائج الدراسة أن المجتمعات المستقبلية المستدامة تحقق المساواة والعدالة الاجتماعية، وتعتمد على المبادئ البيئية للحفاظ على الطاقة الجديدة والمتجددة، واستخدام أنظمة وتقنيات حديثة موفرة للمياه والحفاظ على البنية التحتية والاستفادة من معالجة مياه الصرف الصحي ومياه الأمطار، وتصميم المساحات الخضراء [13].

"نقل مياه الصرف الحضري لري المسطحات الخضراء على أطراف المدن، مدينة سبها نموذجا" تناولت هذه الدراسة إمكانية الاستفادة من مياه الصرف الحضري المعالجة المهدرة للفضاءات الترابية بمدينة سبها بنقلها إلى منطقة زلاف عبر أنبوب لمسافة 16 كلم، ومن نتائج الدراسة أن الاستمرار في استنزاف مخزون المياه الجوفية يحتم على السكان والمسؤولين في المدينة اتخاذ وتشجيع الإجراءات اللازمة لترشيد استهلاك المياه الجوفية، وفي نفس الوقت استغلال المصادر البديلة المتوفرة كمياه الصرف الحضري المعالجة، والاستفادة منها للأغراض الزراعية كري الحدائق والمسطحات الخضراء، وأوصت الدراسة بدعم وتشجيع مشاريع استغلال مياه الصرف الحضري لمدينة سبها لري المسطحات الخضراء أو الأحزمة الشجرية لتحسين المناخ [14].

"حماية الطرق الصحراوية من زحف الرمال" تناولت هذه الدراسة كيفية حماية طريق سبها–براك وهو جزء من الطريق الوطني في ليبيا الرابط بين المدن الجنوبية والشمالية بطول 75 كلم، حيث يمر جزء منه عبر كثبان رملية متحركة في منطقة زلاف التي تتصف بمناخها الصحراوي، وتنشط فيها الرياح المحملة بالأتربة والغبار؛ فتتسبب في حجب الرؤية، وتراكم الرمال، وعرقلة حركة المرور على الطريق؛ وبالتالي تزيد من معدلات حوادث المرور حيث استهدفت الدراسة إنشاء مصد للرياح من أشجار الطلح تروى بمياه الصرف الصحي لمدينة سبها، ومن نتائج الدراسة انه يمكن استعمال مياه الصرف الصحي لمدينة سبها بتخفيفات محددة لري أشجار الطلح التي يمكن استخدامها كمصد للرياح، وأوصت الدراسة بضرورة إنشاء مصد من هذه الأشجار في منطقة زلاف لحماية طريق سبها–براك من زحف الرمال [15].

"دراسة بعض الخواص الفيزيوكيميائية والبيولوجية في مياه الصرف الصحي المعالجة بمحطة المجمع الفندقي دار تليل لتحديد مدى ملائمتها لري المسطحات الخضراء، صبراتة–ليبيا" تناولت هذه الدراسة الأهمية البيئية للمسطحات الخضراء واستهلاكها الكبير للمياه؛ لذلك تلجأ بعض الدول إلى الاستفادة من مياه الصرف الصحي المعالجة في ريها عوضا عن صرفها للفضاءات الترابية المفتوحة أو البحار، عليه تم إجراء مجموعة من التحاليل لمياه الصرف الصحي بالمجمع الفندقي "تليل" في مدينة صبراتة؛ بهدف تقدير جودة صلاحية هذه المياه ومدى ملائمتها لري المسطحات الخضراء بالمجمع، ومن نتائج الدراسة أن متوسط قيم بعض العناصر المختبرة ملائمة وفق درجة المعالجة لتلك المياه المستهدفة فقط لري المسطحات الخضراء بالمجمع الفندقي، ويمكن أن تكون المياه صالحة لري المسطحات الخضراء إلى حد ما وفقا لمصدر دليل تقييم صلاحية مياه الري لمنظمة الأغذية والزراعة، وأوصت الدراسة بضرورة الاهتمام بمياه الصرف الصحي واعتمادها ضمن الموارد المائية المتاحة في ليبيا لتعويض النقص في مصادر المياه العذبة واستغلالها في الزراعة، كذلك إقامة مناطق خضراء ومشاريع زراعية في مناطق متفرقة من ليبيا اعتمادا على مياه الصرف الصحي المعالجة والحد من تصريف مياه الصرف الصحي غير المعالجة للفضاءات الترابية [16].

"استشراف استهلاك المياه في ليبيا" تناولت هذه الدراسة ظاهرة زيادة استهلاك المياه في ليبيا في العقود الأخيرة نتيجة التطور الحضاري والمعيشي وأنهما أديا إلى استنزاف الخزانات الجوفية؛ ولذلك ناقشت الدراسة استهلاك المياه في ليبيا حسب الاستخدامات المختلفة لتحديد مستقبل استهلاكها، ومن خلال التحليل أمكن التوصل إلى أن الاستهلاك سنة 2020م سوف يزداد بمعدل نمو سنوي مركب قدره 66% وستكون نسبة الزيادة في استهلاك المياه حوالي 150% عما كان عليه وضع الاستهلاك عام 2010م، وأن قطاع الزراعة هو أكبر المستهلكين للمياه، ومن نتائج الدراسة أن المياه الجوفية هي المصدر الرئيسي من إجمالي الموارد المائية المتاحة بنسبة 86%، وأن الأحواض المائية الواقعة على الشريط الساحلي تعاني من استنزاف كبير مما أوصل بعضها إلى عجز مائي نظرا لأن كمية الاستهلاك اكبر من التغذية المائية، وأوصت الدراسة بمزيد من البحث لمعرفة الطرق الممكن إتباعها المؤدية إلى الاقتصاد في استهلاك الماء للأغراض الزراعية والاهتمام بدراسات مكافحة التصحر وإعادة استخدام مياه الصرف الصحي المعالجة في الزراعة [17].

"إستراتيجية الاستدامة لحماية طريق سبها براك من زحف الرمال" تناولت هذه الدراسة مقارنة التقنيات التقليدية كاستخدام النباتات كحواجز طبيعية مع الحلول الهندسية الحديثة لحماية الطريق من زحف الرمال من خلال إجراء بحث شامل واستبيانات وتحليل ميداني للعثور على حلول مستدامة توازن بين التكلفة والفعالية والتأثير البيئي، وتناولت أيضا تحليلا ميدانيا واستبيانات للمسافرين والجهات الحكومية والمهندسين لتقييم أفضل الطرق لحماية الطريق على المدى الطويل، وأوصت بزراعة الأحزمة الخضراء كالأشجار والشجيرات على جانبي طريق سبها براك لتقليل تأثير الرياح واستخدام الحواجز الصناعية كتركيب حواجز رملية ومصدات للرياح في المناطق الأكثر عرضة للزحف [18].

"الاستفادة من مياه الصرف الحضري لمدينة سبها في حماية طريق سبها– براك من زحف الرمال" تناولت هذه الدراسة إمكانية الاستفادة من مياه الصرف الحضري لمدينة سبها في إنشاء وري مساحات من مصدات الرياح تساهم في إيقاف زحف الرمال على جانبي الطريق العام (سبها – براك) الرابط بين المدن الجنوبية والشمالية من ليبيا، لذلك صممت تجربة حقلية لغرض تقييم تأثير الري بمياه الصرف الصحي على نمو أحد أنواع الأشجار الملائمة للبيئة الصحراوية ألا وهي أشجار الطلح، فبعد دراسة الخصائص الكيميائية للمياه تم معاملة 30 شتلة قسمت إلى 5 مجموعات بأربع مستويات من مياه الصرف (25%,50%,75%,100%) بالإضافة إلى مجموعة المقارنة المعاملة بمياه الشرب، بعد انتهاء مدة الري والتي استغرقت 7 أسابيع تم إجراء تحليل إحصائي لغرض المقارنة بين مؤشرات النمو للشتلات المعاملة بالمستويات الأربعة

من ماء الصرف مع مياه الشرب، أظهرت نتائجه بعدم وجود فروق معنوية بين المستويين الأول والثاني مع معاملة المقارنة، ولأن المنطقة المستهدفة بأعمال التشجير في منطقة زلاف تبعد 16000متر عن خزان التجميع الواقع شمال المدينة والذي يستقبل 31500 متر مكعب يوميا من مياه محطة الصرف الصحي تم تصميم أنبوب بقطر 710 ملم بمحاذاة الطريق العام (سبها–براك) لنقل وري مساحات من مصدات الرياح تنشأ على جانبي الطريق للحد من زحف الرمال[19].

"أسباب الحوادث بين المناطق وطرق معالجتها دراسة حالة طريق(مرزق–غات–غدوة) المنطقة الجنوبية لليبيا"

ركزت هذه الدراسة على كيفية تأثير الظروف البيئة مثل الطقس وحالة الطرق على معدلات الحوادث، وأظهرت النتائج أن تحسين الظروف البيئية يمكن أن يقلل من الحوادث، واستنتجت الدراسة أن التعب والإرهاق الذي تسببه القيادة لمسافات طويلة على الطرق يؤثر على قدرتهم على القيادة بأمان [20–23]

المواد وطرق العمل

محطة معالجة مياه الصرف الصحي لمدينة سبها وتقدير كمية المياه المتاحة: أنشئت المرحلة الأولى لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي بمدينة سبها عام 1988 م بقدرة تصميمية ابتدائية 15750 م^3/يوم يمكن أن تصل إلى 47250 م^3/يوم كحد أقصى و 31500 م^3/يوم تصل إلى 94500 م^3/يوم كحد أقصى للمرحلة الثانية والتي لم تنفذ بعد [24]، تصرف مياه الصرف الصحي من المحطة منذ تاريخ إنشائها إلى خزان تجميع –عبارة عن حوض خرساني بإبعاد 28*40 مترا وعمق 5 أمتار– بواسطة أنبوب ومنه إلى فضاء ترابي يقعان شمال المدينة ويبعدان عنها مسافة 5 كلم، مع مرور الزمن ونتيجة التوسع العمراني للمدينة شكل هذا الفضاء بركة من مياه الصرف الصحي وصلت مساحتها إلى 79 هكتارا بحلول عام 2011م وبعمق 3–4 أمتار، يمكن تقدير كمية المياه التي هدرت في هذه البركة منذ عام 1988م بحوالي 201206250 متر مكعب تقريبا، تتسبب هذه البركة في انتشار الحشرات الضارة كالبعوض وانبعاث الروائح الكريهة ونمو الحشائش بشكل كثيف وصارت مكبا للنفايات الشكل (5)، أما مياه البركة فيتم حجزها بإحاطتها بسد ترابي ينفذ دوريا بشكل عشوائي، وقد انهار عام 2013 م، وسبب فيضان الماء في أضرار كبيرة للممتلكات الخاصة والعامة في المنطقة القريبة من البركة كما هو مبين في الشكل (6)، [19].

شكل5: الأضرار البيئية الناتجة عن بركة مياه الصرف الصحي في مدينة سبها

شكل6: الأضرار الناتجة عن فيضان بركة الصرف الصحي في مدينة سبها [25]

مواصفات الأشجار المقترحة ونموذج التخطيط لمنطقة الحزام الأخضر: من الطبيعي أن لا تتوفر جميع المواصفات في نوع واحد من الاشجار أو النباتات، لذلك توجد معايير عامة يمكن على أساسها اختيار نوع معين ومنها [19]

. أن تكون النباتات أو الاشجار ذات مجموع خضري كبير ولها القدرة على تكوين الجذور العرضية.

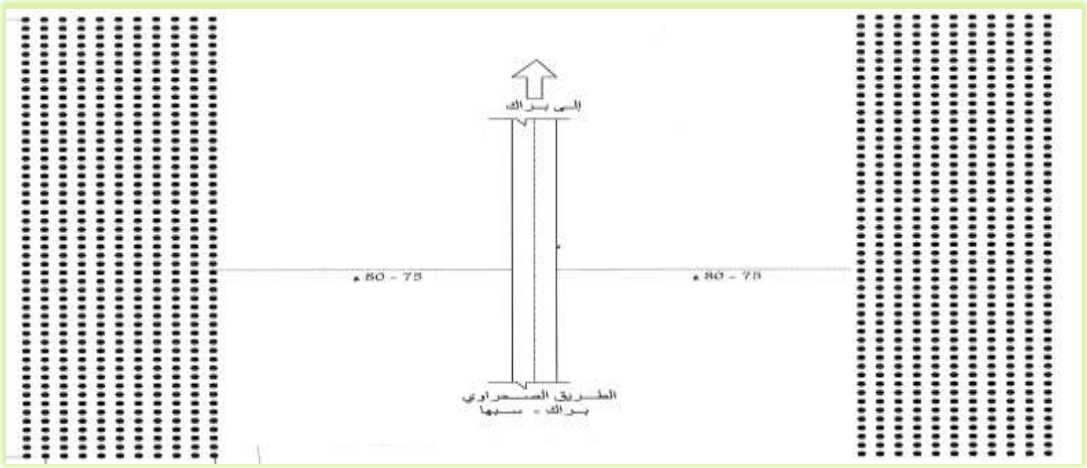
. لها القدرة على مقاومة الجفاف وتتصف بالنمو عاليا.

. لها القدرة على تحسين خواص التربة ويفضل أن تكون ذات جدوى اقتصادية.

النتائج والمناقشة

تقدير الاستهلاك المائي: ذكر .Do, et al في دراسته التي أجراها على نبات الطلح واستمرت لمدة 4 سنوات أن أقل استهلاك مائي للشجرة الواحدة كان في الفصل الساخن الجاف بين شهري ابريل ومايو بمعدل 8.8 لتر/يوم وأعلى استهلاك كان في الفصل الممطر بين شهري سبتمبر وأكتوبر بمعدل 40 لتر/يوم وفي الفصل البارد الجاف في شهر يناير كان الاستهلاك 25 لتر/يوم [26]. كما ذكر حبيب في دراسته والتي أجريت على تنمية وزراعة أشجار السدر في المنطقة الصحراوية بين كربلاء والنجف في دولة العراق، أن هذه الشجرة الشوكية من الاشجار الملائمة للبيئة الصحراوية، وتحد من مظاهر التصحر وتحسن البيئة للمدن المجاورة وتتحمل درجات الحرارة المرتفعة والجفاف والملوحة العالية وتنمو في التربة الرملية وتعتبر شجرة معمرة لمئات السنين دائمة الخضرة ومنتشرة كثيرة الظل ولها أهمية اقتصادية وصحية، كما أنها سريعة النمو يتراوح ارتفاعها بين (3–10 متر)، وحسب هذه الدراسة فان شجرة السدر تروى بالماء مرة كل 3 أيام في التربة الرملية، وأفضل طريقة لريها بأسلوب الري بالتنقيط بمعدل (20–30 لتر) للشجرة الحديثة على أن تعطى مرتين في الأسبوع في فصل الشتاء وثلاث مرات في فصل الربيع ويوميا في فصل الصيف، وبالنسبة للأشجار المثمرة فتعطى من (50–70 لتر) للشجرة الواحدة بنفس عدد المرات للأشجار الحديثة [27]. كما ذكرت ريحان وآخرون في دراستها حول زراعة الغابات الشجرية من أشجار الجاتروفا بالاعتماد على مياه الصرف الصحي المعالجة لإنتاج الوقود الحيوي في منطقة موط (الداخلة– الوادي الجديد) بجمهورية مصر، بأنه بالنظر للنقص الحاد في الموارد المائية الحالية لجمهورية مصر كان من الضروري الاتجاه إلى مياه الصرف الصحي المعالجة أوليا في زراعة هذه النباتات والأشجار حتى لا يتم إهدار هذه المياه والتي تقدر بحوالي 8.5 مليار متر مكعب حاليا والاستفادة منها في زراعة وإنتاج الأخشاب وأشجار الوقود الحيوي لإيجاد بدائل لإنتاج الطاقة بالاستفادة من الموارد المتاحة من مياه وأراضي وظروف مناخية، وذكرت هذه الدراسة أن الشجرة الواحدة تستهلك حوالي (8–10 م^3) من الماء سنويا [28]. كما ذكر ابوعميرة في دراسته أن الجاتروفا شجرة استوائية موطنها الأصلي أميركا الجنوبية والوسطى، متوسط عمر الشجرة 50 عاما ولها قدرة كبيرة على النمو والانتشار في كل

البيئات الزراعية وتتحمل أقسى أنواع الجفاف مما يجعل نشر زراعتها على نطاق واسع أمر بالغ السهولة حتى في الصحاري الجافة والأراضي القاحلة وعلى جوانب الطرق وكل الأراضي التي لا تصلح للاستثمار في زراعة المحاصيل التقليدية، وتتحمل الجاتروفا درجات الملوحة العالية ويمكن أن تروى بمياه الصرف الصحي المعالج أو مياه الصرف الزراعي عالية الملوحة ولا تحتاج إلى مياه كثيرة للري وتعتبر شجرة صغيرة حيث يتراوح ارتفاعها من (3–5 متر) ويصل إلى 10 أمتار في الظروف البيئية الملائمة، وإضافة لما لشجرة الجاتروفا من قيمة اقتصادية في إنتاج الوقود الحيوي فهي أيضا من الاشجار المثبتة للتربة والكثبان الرملية وبالتالي مقاومة للتصحر وتوفر غطاء اخضر للمناطق الصحراوية وتحسن بيئتها وتربتها [29]. وفقا لهذه الدراسات وما ورد فيها من تقدير لكميات الاستهلاك المائي لعدة أنواع من أشجار المصدات فيمكن تخطيط منطقة الحزام الأخضر على مساحات مستطيلة الشكل بمحاذاة المدينة أو موازية لمسارات الطرق وتبعد عنها بمسافة محددة، تحدد أبعاد المساحة المستطيلة للحزام بحيث أن عرضه لا يزيد عن 5 أضعاف ارتفاع الاشجار المكونة له وفي حال استخدام أشجار السدر –كمثال من ضمن الأنواع المدروسة– المقدر ارتفاعها بحوالي 10 أمتار فان عرض المسطح يكون 50 مترا يقسم إلى 6 صفوف من الاشجار بحيث تكون المسافة بين كل شجرة وأخرى 10 أمتار، بينما طوله – الاتجاه الأخر الموازي للطريق في حال استخدامه لحماية الطرق– تكون المسافة بين شجرة وأخرى في حدود 3–4 أمتار أي بمعدل 306 شجرة/هكتار ويعتمد ذلك على نوع التربة كما يبين الشكل (7)، كما أن كمية مياه الصرف الصحي المنتجة من محطة مدينة سبها تكفي لري 735 هكتار من أشجار السدر وإن تنفيذ المسطح بهذا الشكل الهندسي يضمن حماية مسافة أفقية خلفه تصل إلى 20 ضعف ارتفاع الاشجار المكونة له من تأثير الرياح.



شكل7: تخطيط هندسي لمسطح اخضر مستطيل الشكل

الخلاصة

مدينة سبها وهي اكبر مدن الجنوب الليبي وتعتبر حلقة الوصل بين مناطق الجنوب الغربي من ليبيا والعاصمة طرابلس ومقصدا لسكان منطقتي وادي الشاطي ووادي البوانيس المجاورتين للمدينة، يبلغ عدد سكان المدينة حوالي 133206 نسمة حسب تعداد السكان لعام 2006م وتبلغ مساحتها العمرانية حوالي 3400 هكتار واقعة ضمن حدود المخطط الشامل لعام 2000م ومن المتوقع أن تصل عام 2025م إلى ما يزيد عن 6247 هكتارا، تحيط بها رمال زلاف من الجهة الشمالية والغربية وتتصف بمناخ صحراوي شديد الحرارة والجفاف والأمطار نادرة التساقط، في هذا البحث تم دراسة الظروف البيئية والمناخية لنمو ثلاث أنواع من الاشجار الصحراوية وإمكانياتها الاقتصادية ومعرفة استهلاكها المائي وهي شجرة الطلح بمعدل استهلاك 40لتر/يوم وشجرة السدر بمعدل استهلاك 70لتر/يوم وشجرة الجاتروفا بمعدل استهلاك 28 لتر/يوم

وإمكانية ريها بمياه الصرف الصحي المعالجة المتاحة في المدينة والغير مستغلة حاليا –كما سبق توضيحه– والمقدر كميتها بحوالي (1575000–47250000 لتر/يوم) فيمكن الاعتماد عليها في إنشاء أحزمة خضراء من أشجار السدر بمساحة 735 هكتار، تساهم في تحسين بيئتها الصحراوية وتغير من مظهرها ومن قدرتها على تقديم الخدمات للسكان والزوار نحو الأفضل.

التوصيات

- ضرورة إنشاء أحزمة خضراء حول مدينة سبها وبشكل موسع تروى بمياه الصرف الصحي المعالجة للمدينة، من أشجار تحسن البيئة الصحراوية ولها مردود اقتصادي.
- إجراء دراسات على أنواع أخرى من الاشجار الصحراوية –غير ما ذكر في هذه الدراسة– لمعرفة استهلاكها المائي ومدى قابليتها للري بمياه الصرف الصحي المعالجة.

References

[1] الجنابي، حسن كشاش. (2009). "تحليل جغرافي لإمكانية تحقيق الأمن المائي في ليبيا". مجلة ديالي، العدد41، كلية التربية للعلوم الإنسانية–جامعة الأنبار.

[2] الباروني، سليمان صالح. (2013). "الوضع المائي في ليبيا". المؤتمر الوطني للمياه–إمكانيات وأفاق. طرابلس–ليبيا.

[3] Naji, A. Sanoussi, A. Inweer, M. 2021. Irregular withdrawal of groundwater in Wadi Al-Shati region and its effect on its qualitative characteristics. Sebha University Journal of Pure & Applied Sciences. 20(4): 119-124.

[4] Naji, A. Inweer, M. 2022. The current and expected environmental effects of excessive groundwater withdrawal in Eastern Section of Wadi Al-Shati (Ashkeda-Bergen).Sebha University Journal of Pure & Applied Sciences. 21(4): 183-190.

[5] Nassar, Y., et al. 2025. Technical and environmental cost-benefit analysis of strategies towards a green economy in the electricity sector in Libya. Economics and Policy of Energy and the Environment. 2: 133-167.

[6] Nassar, Y., et al. 2025. Towards Green Economy: Case of Electricity Generation Sector in Libya. Solar Energy and Sustainable Development Journal. 14(1):334–360.

[7] Inweer, M., and Nassar, Y. 2025. Carbon Emissions Life Cycle Assessment of Cement Industry in Libya. Wadi Alshatti University Journal for Pure and Applied Science. 3(2):133-143.

[8] Inweer, M., et al. 2025. Carbon footprint life cycle assessment of cement industry in Libya. Discover Concrete and Cement. 1 (1): 37-46.

[9] الجنابي، عبدالوهاب رشيد. (2023). "الأحزمة الخضراء وأثرها في المحافظة على جمالية وبيئة سامراء". مجلة الدراسات التاريخية والحضارية، مجلد14، العدد(58/2)، كلية التربية –جامعة سامراء.

[10]الحضيري، احمد محمد. (2019). "النقل والمرور في مدينة سبها(الحالة الراهنة وأفاق المستقبل)". المؤتمر الدولي للعلوم التقنية. طرابلس–ليبيا.

[11]الهيئة العامة للمعلومات. "النتائج النهائية للتعداد العام للسكان 2006". اللجنة الشعبية العامة–الجماهيرية العربية الليبية الشعبية الاشتراكية العظمى.

[12]أمانة التخطيط. (1977). "الأطلس الوطني"، مصلحة المساحة – ليبيا.

[13]الأحول، مصطفى محمد وآخرون. (2023). "التصميم العمراني كمدخل لتحقيق عمران اخضر مستدام". مجلة العمارة والفنون والعلوم الإنسانية، المجلد8، العدد38.

[14]انوير ، محمد انوير عبدالرحمن والسنوسي، المبروك عبدالقادر . (2021). "نقل مياه الصرف الحضري لري المسطحات الخضراء على أطراف المدن(مدينة سبها نموذجا)". مجلة الجامعة الأسمرية: العلوم الأساسية والتطبيقية، المجلد6، العدد5، ديسمبر .

[15]انوير، محمد انوير عبدالرحمن. (2019). "حماية الطرق الصحراوية من زحف الرمال". مجلة العلوم البحثية والتطبيقية، المجلد18، العدد4، جامعة سبها.

[16]عون، نجاة المبروك وآخرون. (2019). "دراسة بعض الخواص الفيزيوكيميائية والبيولوجية في مياه الصرف الصحي المعالجة بمحطة المجمع الفندقي دار تليل لتحديد مدى ملائمتها لري المسطحات الخضراء، صبراتة–ليبيا". مجلة حوليات العلوم الزراعية بمشتهر، المجلد57، العدد1، جامعة بنها.

[17]الاوجلي، فتحية. (2012). "استشراف استهلاك المياه في ليبيا". المجلة الدولية للبيئة والمياه.

[18] Alsbhawy, M. Inweer, M. 2025. Sustainability strategy to protect Sebha-Brak road from sand encroachment. In the First Conference on Roads and Traffic Accidents - November 23th , 2024, Brack Alshatti – Libya. Wadi Alshatti University Journal for Pure and Applied Science. 87-93.

[19] انوير، محمد انوير عبدالرحمن والسنوسي، المبروك عبدالقادر. (2018). "الاستفادة من مياه الصرف الحضري لمدينة سبها في حماية طريق سبها - براك من زحف الرمال". مجلة العلوم البحثية والتطبيقية، المجلد7، العدد1، جامعة سبها.

[20] Alseed, A., and Fakroun, M. 2025. Causes of Accidents between Regions and Ways to Address Them: A Case Study of the Road (Murzuq – Taraghen – Ghadwa)- Southern Region of Libya. In the First Conference on Roads and Traffic Accidents - November 23th , 2024, Brack Alshatti – Libya. Wadi Alshatti University Journal of Pure and Applied Sciences, 75-78.

[21] Almahdi, A. et al. Causes of Traffic Accidents and Traffic Issues for Road Users in the Southern Region (A Field Study on a Sample of Drivers in Sabha City-Libya). In the First Conference on Roads and Traffic Accidents - November 23th , 2024, Brack Alshatti – Libya. Wadi Alshatti University Journal for Pure and Applied Science. 79-86.

[22] Idris, F. 2025. Traffic Accidents in the Municipalities of North-Eastern Libya (Derna-Alqubba-Shahat-Albayda) Their Causes and Factors for Treating and Reducing Them. In the First Conference on Roads and Traffic Accidents - November 23th , 2024, Brack Alshatti – Libya. Wadi Alshatti University Journal of Pure and Applied Sciences. 100-104.

[23] El-Sherief, K., and Alhodairi, A. 2025. Analysis of Road Traffic Accident Data in the Municipality of Sabha-Libya. In the First Conference on Roads and Traffic Accidents - November 23th , 2024, Brack Alshatti – Libya. Wadi Alshatti University Journal of Pure and Applied Sciences, 12-19.

[24] Taylor,J. 1979. Sewage Treatment Works Extensions Stage2 Municipality of Sebha, Volume3, Mechanical & Electrical Engineering.Specification & Schedules.

[25] الشبكة العنكبوتية. Google Eearth. (2016). مدينة سبها.

[26] Do, F. et al. 2007. Stable annual pattern of water use by Acacia tortilis in Sahelian Africa. Tree Physiology. 28: 95-104

[27] حبيب، زينب حسن. (2020). المقومات الطبيعية للمنطقة الصحراوية بين كربلاء والنجف وإمكانية تنمية زراعة أشجار السدر. مجلة البحوث الجغرافية، العدد32.

[28] ريحان، محمد كامل وآخرون. (2018). الجدوى الاقتصادية لانتاج الوقود الحيوي من الجاتروفا في مصر. مجلة العلوم البيئية، مجلد41، الجزء الأول، جامعة عين شمس.

[29] ابوعميرة، حسان زيدان. (2018). أفاق زراعة الجاتروفا وإنتاج الوقود الحيوي في الأردن. المجلة الالكترونية الشاملة متعددة التخصصات، العدد5.