

## امكانية استخدام رماد النخيل في المملكة العربية السعودية كمادة لاستبدال نسبة معينة من الأسمنت

يهمين الاقتصاد الزراعي للملكة العربية السعودية على تصدير ونتاج التمر ، تنتج اشجار التمر كمية كبيرة من المخلفات التي يتم التخلص منها بحجم كبير. يعد التمر منتجاً ثانوياً لأشجار نخيل التمر الذي يتم انتاجه بكمية كبيرة في الأحساء بالمملكة العربية السعودية. في الواقع، يقدر ان اكثر من ٢٠٠,٠٠٠ طن من مخلفات النخيل تولد سنوياً. لا يتم استخدام هذه المخلفات بشكل فعال وامكانية استخدامها في بناء المنشآت. لذلك من المهم التحقق من صحة استخدام رماد النخيل كنسبة بديلة للأسمنت في الخرسانة. احد منهجية الدراسة تعتمد تحليل التكلفة و الفوائد البيئية المرتبطة باستخدام هذه المادة. غطى نطاق هذا البحث على امكانية استخدام رماد النخيل في المملكة العربية السعودية كمادة لاستبدال نسبة معينة من الأسمنت . من هذا البحث، تبين أن ١٠٪ من هذه المادة في خليط الخرسانة مقارنة مع ١٠٠٪ بورتلاند سمنت سيخفض التكلفة الى خمسة بالمئة.

يعتمد البناء في المملكة العربية السعودية على الخرسانة، وهذا يعود بسبب رخصه وتوافر مواد الخام المكونه للخرسانه مثل الحجر الجيري. تمثل أنشطة حرق الحجر الجيري خمسة في المئة من انبعاثات الغازات الدفيئة. وبالتالي، كان هناك جهد هائل و بحث على مستوى العالم للعثور على مادة يمكن أن تحل محل الأسمنت ولها نفس الخصائص الكيميائية.

تنتج المملكة العربية السعودية ملايين طن من ثمار التمر وتعتبر ثالث أكبر دوله منتجه في العالم. تمتلك المملكة العربية السعودية أيضاً أكبر واحة أشجار النخيل في العالم بأكثر من أربعة ملايين شجرة. ومع ذلك ، تنتج زراعة التمر كمية هائلة من النفايات الزراعية. يتم حرق النفايات عمومًا ودفنها في الأرض أو تجميعها ونقلها إلى مكب نفايات. كمية النفايات الناتجة كل عام حوالي ٢٠٠٠٠٠ طن. قامت محافظة الأحساء ببناء مكب نفايات في عام ٢٠١٥ بسعة كبيرة تقدر أن تملأ خلال ثلاثين عامًا. لسوء الحظ ، نظرًا للزيادة في تراكم النفايات الناتجة بشكل خاص من مزارع النخيل ، من المتوقع أن تملأ في أقل من 20 عامًا. تعد هذه مشكلة خطيرة كانت هذه مشكلة خطيرة وأثارت الوعي لإيجاد طريقة لتقليل النفايات إلى الحد الأدنى خاصة أن الأحساء الآن معترف بها من قبل اليونسكو كموقع تراث العالمي.

بدلاً من إلقاء النفايات ، يتم تجميعها وحرقتها لإنتاج قوام ناعم "الرماد" الذي يعتبر مادة مناسبة بديله للأسمت. سيساعد ذلك في تقليل المشكلات المرتبطة بالحجم الكبير للنفايات للنخيل المتولدة يوميًا. سيساهم ذلك أيضًا في تحسين اقتصاديات البلاد في تقليل نفايات النقل وإعادة تدوير النفايات لتكون مادة للبناء الخرساني.

وجد فقط بحث واحد للدكتور القطبي عن إمكانية إعادة تدوير النفايات لاستخدامها كبديل جزئي للأسمنت. حيث درس خواصه وأيضًا الخواص الميكانيكية للخرسانة عند استبدال الاسمنت جزئيًا بنسب مختلفة من رماد النخيل ووجد ان الكمية المثلى هي 10 ٪ لتحل محل الأسمنت في مزيج الخرسانة ""

استخدام المواد الأسمنتية التكميلية جنبًا إلى جنب مع المنتجات الناتجة من تدوير النفايات في الخرسانة كان بالضرورة للحد من انبعاثات الدفيئة الناتجة عن استخدام الأسمنت البورتلاندي وتقليل كمية التخلص من النفايات.

تعاني المملكة العربية السعودية من توفر مواد محلية يمكن استخدامها في الهياكل الخرسانية. لتحقيق رؤية ٢٠٣٠ سوف تشهد المملكة العربية السعودية طلبًا كبيرًا على الأسمنت ومواد البناء الأخرى على مدار الأعوام الاثني عشر المقبلة. استخدام نفايات النخيل سوف يفيد كل من البيئة والاقتصاد من خلال تحقيق إستخدام الرماد في قطاع البناء.

نظرة عامة على صناعة الاسمنت في المملكة العربية السعودية

تعتبر صناعة الأسمنت في المملكة العربية السعودية واحدة من أكبر الصناعات في العالم ، حيث وصل الإنتاج إلى ستة وثلاثين مليون طن متري في عام ٢٠١٧. الحجر الجيري من اهم مكونات الخرسانة متاح في المملكة العربية السعودية بكميات كبيرة ورخيص من ناحية الاستخراج . يؤدي توفر هذه المواد الخام إلى أن تكون الدولة واحدة من أكبر شركات تصنيع الأسمنت. جمع الحجر الجيري كمادة خام ، تكسيره لقطع صغيرة وسحقها ثم تسخينها إلى درجة حرارة عالية أكثر من ١٠٠٠ درجة مئوية. عملية تسخين المواد في المصنع تسبب في ارتفاع ثاني أكسيد الكربون الضار في الجو. في المملكة العربية السعودية كانت هناك بعض المحاولات للعثور على مادة لتقليل إنتاج الأسمنت البورتلاندي. واحدة من المواد هي غبار فرن الأسمنت الذي يتم معالجته، هذا الغبار ناتج من النفايات الناتجة عن صناعة الأسمنت. يتم جمع النفايات وإعادة استخدامها لتوفير تكلفة التخلص من النفايات. وجد ان هذه المادة تزيد من قوة الخرسانة و غيرها من الخصائص الميكانيكية.

## الجوانب البيئية والاقتصادية في استخدام المخلفات الزراعية بشكل عام

يمكن أن تتولد مواد النفايات من مصادر مختلفة. النفايات التي تتولد من قطاعات مختلفة كمواد ثانوية مثل المواد الصناعية والزراعية ونفايات المجتمع الريفي والحضري. يمكن أن تتحول النفايات إلى مخاطر إذا لم يتم التخلص منها بشكل جيد ويمكن أن تسبب مشاكل بيئية. نظرًا للتعداد السكاني الكبير الذي نعيشه في هذه السنوات و سنعيشه في الأعوام القادمة سيزيد حجم المخلفات والنفايات الناتجة بالكامل. أفضل ممارسة هي إعادة تدوير هذه المخلفات إلى منتجات أخرى يمكن أن تكون مفيدة في البناء. يوجد في العالم أبحاث متقدمة و حلول مبتكرة لتحويل النفايات إلى مواد مفيدة. احد الامثله علي النهج المتقدم والمبتكر من تحويل المخلفات مثل قشر الأرز وزيت النخيل وقشر جوز الهند.

تحتوي المخلفات الزراعية أو الصناعية التي يمكن إعادة تدويرها ومعالجتها واستخدامها في عملية تصنيع مزيج الخرسانة على توفير في الطاقة والتكلفة. هناك بعض الفوائد الاقتصادية باستخدام مواد معاد تدويرها من المخلفات، حيث ان عملية التخلص من النفايات تصل الى الاف الريالات للطن بدءا من عملية جمعها وحركة الشاحنات إلى موقع القمامة والتفريغ. نظرًا لاستخدام المخلفات لإنتاج صناعات أخرى وبالتحديد البناء ، سيتم تخفيض التكلفة المرتبطة بالتخلص تدريجيًا. أحد العوامل التي دفعت الباحثين إلى البحث عن بديل للأسمنت البورتلاندي ، هو العثور على مواد صديقة للبيئة ومحلية ومستدامة ومنخفضة السعر. يجب أن يكون للمادة خصائص خاصة مثل تكونها من المواد البوزولانية. هذا النوع يساعد على ربط المواد وتعزيز مزيج الخرسانة العام

### تطبيقات رماد النخيل

عشرة إلى ثلاثين سف (ورقه) مجففة من النفايات الناتجة من كل نخلة سنويا. يعتبر السعف المجفف بمثابة نفايات قابلة للحرق مع أجزاء أخرى من النخلة. يبلغ وزن النفايات الناتجة سنويًا 40 كيلوجرامًا يمكن حرقها لإنتاج الرماد. رماد النخيل هو المسحوق المتبقي بعد احتراق المخلفات. يعتبر رماد النخيل مادة عديمة الفائدة وغالبًا ما يتم التخلص منه. نصت بعض الأبحاث على إمكانية استخدام الرماد في تطبيقات مختلفة في الصناعة والزراعة.

ان جودة المواد بعد الاحتراق ممتازة ، لكن للأسف البحث عن استخدام مخلفات النخيل بعد معالجتها في الخرسانة محدود. لا يوجد هنالك سوى عدد قليل من الباحثين الذين أجروا تجربة على استخدام هذه المادة. اجريت دراسات حول استخدام الرماد على بناء الرصيف في الجزائر وركزت الدراسة على الخواص

الميكانيكية مثل القوة الانضغاطية. تم استخدام الرماد الممزوج بمواد الجبس الجيري. في المملكة العربية السعودية، الدكتور القطي يعد أول باحث أجرى تجربة على رماد النخيل، حيث قام بتحليل قوى الضغط لعينات من الخرسانة، تضمنت دراسته باستخدام نسب مئوية مختلفة من رماد النخيل، عشر و عشرون وثلاثين كبديل للأسمنت البورتلاندي العادي. أجرى دراسات تجريبية لمعرفة قوة الضغط و اختراق الكلوريد. وجد ان ١٠٪ من الرماد يمكن أن يحل محل البورتلاند الأسمنتي وتعطي أفضل أداء للخرسانة من حيث المتانة والخصائص الميكانيكية.

دراسة اقتصادية وبيئية حول استخدام نسبة ١٠ بالمئة من رماد النخيل في الخرسانة. صناعة و إنتاج الأسمنت البورتلاندي ال له تأثير سلبي مباشر على البيئة حيث يطلق كميات ضخمة من غازات الدفيئة مثل الأكاسيد والنيتروجين.

سيساهم استخدام رماد النخيل كبديل جزئي للأسمنت في تقليل التأثير السلبي على البيئة بسبب التخلص من نفايات النخيل عن طريق الدفن. بالإضافة إلى ذلك، من خلال الاستبدال الجزئي، سيقبل اسمنت رماد النخيل من استخدام الأسمنت البورتلاندي وإنتاج الأسمنت البورتلاندي في المصنع الذي يتضمن استخدام "الكلنكر" في المصنع لحرق المواد الخام مثل الحجر الجيري.

تبلغ كمية ثاني أكسيد الكربون عن طريق استبدال نسبة 10% من الاسمنت البورتلاندي مع رماد النخيل انخفاضًا بنسبة 10%. مقدار التخفيض يتناسب طرديًا مع كمية استبدال الأسمنت. سوف يقلل هذا الطلب والحاجة إلى الأسمنت البورتلاندي في الخرسانة مما يقلل بدوره من انبعاثات غازات الدفيئة ممكن ان نستمد منافع اقتصادية من إعادة تدوير مخلفات النخيل. استخدام هذا الرماد يساهم استخدام هذا الرماد في حل قضايا بيئية مثل مشكلة التخلص المرتبطة بدفن المواد في الأرض، وتخفيض تكلفة الخرسانة وتساعد أيضًا في حماية البيئة من الملوثات.

باستخدام الرماد سوف يقلل من تكلفة الخرسانة وكذلك تحسين نوعية المزيغ الخرسانة. تكلفة الخرسانة بعد نسبة مختلفة من خلطها بالرماد مقارنة بالخرسانة من دون اي استبدال للأسمنت

استبدال جزئي للأسمنت بنسبة 10% يوفر تخفيضًا بنسبة 5% في التكلفة. وبالتالي فإن البدائل الجزئية بنسب مختلفة لرماد النخيل تقلل من تكلفة الخرسانة النهائي.

في النهاية إن استبدال الأسمنت بنسبة 10% سيمكن من توفير التكاليف، الحد من التلوث البيئي

وتحقيق الخرسانة عالية القوة. خرسانة رماد النخيل أرخص من خرسانة الأسمت البورتلاندي عند زيادة نسبة استبدال DPA. يوصى باستخدام مخلفات النخيل لإنتاج الرماد واستخدامها في صناعة الأسمت لإنتاج أسمت أكثر ملاءمة و صديق للبيئة مقارنةً بالأسمت البورتلاندي . إن استخدام استبدال جزئي للأسمت بنسبة 10% من رماد النخيل في مزيج الخرسانة يقلل من التصريف العالمي لثاني أكسيد الكربون.