

الإحتياجات المناخية لمحصول قصب السكر في العراق حسب مراحل نموه المختلفة:

يعود قصب السكر الى النباتات ذات القدرة العالية على الإنتاجية تحت الظروف

المناخية الملائمة (الجاسم ، 2015) ، و يمر بمراحل عدة خلال فترة نموه من الزراعة وحتى الحصاد (Srivastava و Rai ، 2012) ، وفي كل مرحلة من مراحل نموه يحتاج الى درجات حرارة ورطوبة ارضية وجوية مختلفة تساعده على الإستمرار في النمو بكفاءة عالية من جانب وتركيز السكر في السيقان من جانب آخر . إن محصول قصب السكر يمر بالمراحل الآتية : (المبارك ، 2006) .

- **مرحلة الإنبات** : تبدأ من زراعة العقل حتى إنبات البراعم ومدتها بين 2-3 أسابيع ، ودرجة الحرارة المثلى لهذه المرحلة تتراوح بين 20-25 درجة مئوية .

- **مرحلة التفرعات (نمو البراعم)** : وتبلغ مدتها 4 - 6 أسابيع من إنبات البراعم ، إذ تكون هذه المرحلة في غاية الحساسية للمناخ المحلي ، لدرجات الحرارة والإشعاع الشمسي والفترة الضوئية دوراً رئيساً في النمو الجيد لهذه المرحلة ، إذ إن درجة الحرارة المثالية لها تتراوح بين 30-35 درجة مئوية ، فضلاً عن نوع التربة وتوافر المياه وإمدادات المغذيات والتسميد ومكافحة الأدغال ... الخ ، لأنها المرحلة التي تشكل قاعدة للإنتاج الجيد .

- **مرحلة الاستطالة (تشكل القصب الفعلي)** : وتسمى مرحلة النمو الرئيسية وهي الفترة التي تمتد ما بين 120-150 يوماً ، والنمو الأفضل للمحصول يتطلب إرتفاع في درجات الحرارة ورطوبة نسبية عالية ليسهل إنتاج الأوراق ونموها .

- **مرحلة النضج المبكر** : تستغرق هذه المرحلة مدة 90 يوم تقريباً وتتنخفض درجات الحرارة تدريجياً كي تسمح البدء لإنزيم الإنفرتيز القاعدي بتحويل السكريات الأحادية الى السكر لتتراكم

في السيقان . ويتم أيضا في هذه المرحلة قطع الماء عن المحصول وابتداء من منتصف تشرين الأول . كما إن انخفاض درجات الحرارة التي تقترب أو تتماثل مع درجات الحرارة للمرحلة الثانية تسمح لظهور تفرعات جديدة معتمدة بذلك على الصنف وعدد السيقان الظاهرة في وحدة المساحة وعوامل أخرى .

- **مرحلة النضج النهائي (الحصاد) :** وتستغرق 90 يوما تقريبا ، وفيها يكون التراكم سريع للسكر ، وكذلك تحويل السكر البسيط إلى سكر ، وتتطلب هذه المرحلة طقساً جافاً مع أشعة شمس جيدة ، وإن الفترة الباردة الجافة تسرع من عمليات نضج محصول قصب السكر .

- **مرحلة الازهار :** يمتاز نبات قصب السكر بعدم قدرته على التزهير تحت الظروف البيئية في العراق لأنه من النباتات ذات النهار الطويل الذي يحتاج الى فترة إضاءة طويلة خلال مرحلة النضج .

الدوافع لحل مشاكل ومعوقات زراعة قصب السكر في العراق

بلغ اجمالي انتاج السكر عالميا ما بين عامي 2017 - 2018 الى 180 مليون طن ، إذ يستخلص السكر في الغالب من قصب السكر بنسبة 80 % ، ويزداد إنتاج السكر بالتوافق مع تقدم الدول المصنعة له في جميع انحاء العالم (السعدي ، 2018) . يعتبر كلا من البرازيل والهند والصين وتايلند وباكستان والمكسيك وكولومبيا واندونيسيا والفلبين والولايات المتحدة من أكثر الدول زراعة له ، وتأتي البرازيل في المقدمة كأكبر منتج لقصب السكر ، والهند في المرتبة الثانية ، وتليهم الصين في

المرتبة الثالثة . ووفقاً للإستطلاعات فإن مصانع السكر في أندونيسيا تعالج ما يتراوح بين 1000 الى 12000 طن من قصب السكر يوميا ، كما إنها تنتج 8 مليون طن من بكاز قصب السكر و 11.5 مليون طن من أوراق المحصول ، وأصبح تتاول المخلفات ومعالجتها من أهم واجبات مصانع السكر في أنحاء العالم (Nalawade وآخرون ، 2018 و Yu ، 2019) .

إن دوافع الإهتمام لحل المشكلات المعوقة لزراعة محصول قصب السكر في العراق هو لأهميته الإقتصادية الكبيرة والتي يمكن تلخيصها بالنقاط الآتية :

- صناعة السكر .

تعد صناعة السكر من الصناعات التي ترتبط ارتباطاً وثيقاً بالإنتاج الزراعي للمادة الخام سواء قصب السكر أو بنجر السكر ، ويزداد عائد كل من المزارع والمصانع كلما تزداد كفاءة هذه الصناعة والتصنيع بزيادة كمية ونوعية المنتج الزراعي (الحسيني وآخرون ، 2011) .

وتأتي أهمية السكر كونه يدخل في معظم أغذية الإنسان (سبسي وآخرون ، 2010) ، والسكر من المواد الغذائية المهمة للإنسان ، حيث يدخل في عمل المرطبات والمشروبات الباردة والساخنة ، كما يدخل في عمل الحلويات والمعجنات على اختلاف أنواعها (صفر ، 1990) .

وبما إن السكر مادة غذائية رئيسة وضرورية لحياة الإنسان ولا تقتصر على بعض الطبقات الاجتماعية دون غيرها ، لذلك فإن صناعة السكر تعد من الصناعات

المهمة في العالم وهي إحدى الدعائم الأساسية للأمن الغذائي (سنبل ، 2008
وعبدالحميد ، 2017)

- توفير الأيدي العاملة .

قصب السكر محصول اقتصادي مهم في كل دول العالم ، حوالي 75% من
السكر في العالم هو من محصول قصب السكر (Commodity Research
Bureau ، 2015) . وما لا يقل عن 6 مليون مزارع لنمو محصول قصب السكر
وأعداد كبيرة من العمال مشتركين في زراعة المحصول ويوفر فرص وظيفية لأكثر من
نصف مليون شخص مختلف المهارات ومن المناطق القروية . تقريبا 7.5% من
الريفيين يستمدون مصادر رزقهم الاساسية بشكل مباشر أو غير مباشر من صناعة
السكر والوقود الحيوي والصناعات الثانوية من قصب السكر (Sharma و Kumar ،
2014) . توظف صناعة قصب السكر البرازيلية أكثر من مليون شخص ، أي ما
يقرب من ربع مجموع القوى العاملة الريفية في البلد ، وفي جنوب أفريقيا أكبر منتج في
أفريقيا يعتمد حوالي نصف مليون شخص على السكر ، ويعمل في قطاع السكر حوالي
15% من العمال في سوازيلاند ، وتلثي العمالة الريفيين في ملاوي (Bigman ،
2001) .

- منتجات قصب السكر الثانوية في الحقل :

- الأوراق الخضراء :

يمكن الاستفادة من مخلفات حقل قصب السكر في موسم الحصاد ، إذ
تستعمل الأوراق الخضراء في تغذية المواشي (ابودوح ، 2005) ، وفي بعض البلدان

مثل الصين وتايوان يتم قطع الأوراق الخضراء إلى قطع صغيرة وتخلط مع المكونات الأخرى المستخدمة لتغذية الماشية مثل الحبوب والزيوت والخمائر وما إلى ذلك ، وتعبأ في أكياس لاستخدامها كأعلاف للماشية على مدار السنة (The Sugar Association ، 2005) وتكمن أهمية أوراق وسلاميات قصب السكر الطرفية في تغذية المواشي لاحتوائها على نسبة 6% بروتين و 48% كاربوهيدرات و 13% مواد جافة (Gujja وآخرون ، 2012) .

- الأوراق الجافة (السفير) :

كانت الأوراق الجافة لقصب السكر ترمى أو تهمل سابقاً ، أما في الوقت الحاضر فتستخدم لتغطية الأراضي لمنع تبخر مياه الحقول ، كما أدرك العلماء أهمية قيمة الوقود (القيمة الحرارية) المتولدة من القمامة ، إذ إن طن واحد من القمامة يمكن أن يولد قدرًا من البخار ، إذ يمكن لطن واحد من القمامة الرطبة أن ينتج حوالي 2,5 طن من البخار ، وقد أثبتت القمامة إلى جانب بكاز القصب (Bagasse كوقود في توليد البخار) بأنها واعدة جداً في التوليد المشترك على مدار السنة ، وهكذا تغير نمط استخدام القمامة في السنوات الأخيرة واستغلت قيمة وقودها استغلالاً تاماً (ابودوح ، 2005) ، إذ يتم تسخير الطاقة الموجودة في قمامة وبكاز قصب السكر والنااتجة عن طريق الحرق وتحويلها إلى طاقة كهربائية في مصانع قصب السكر البرازيلية (Key Numbers of the Brazilian Sugarcane Industry ، 2015) ، فضلاً عن إن حرق الأوراق الجافة (السفير) ساعد في القضاء على غالبية الحشرات والأمراض الضارة المختبئة بالتربة أو المتطفلة على الحشائش كما ساهم الرماد المتخلف عن الحريق في زيادة خصوبة التربة ، ويمكن تحويل جزء من الأوراق إلى أسمدة عضوية ،

كما ويعد الرماد المتخلف عن عملية حرق الأوراق بمثابة جرعات صغيرة من الأسمدة تضاف إلى الحقل ، ويمكن أيضا نشر أوراق نباتات قصب السكر في الحقل للتحلل الحيوي (البيولوجي) Biodegradation (The Sugar Association ، 2005) .

- منتجات قصب السكر الثانوية في المصنع :

إن نواتج التصنيع الكامل لقصب السكر التي لو اقتصر على تصنيع العصير وتحويله إلى سكر لوجد بأن الهكتار الواحد المزروع من قصب السكر الذي ينتج 40 طناً يمكن الحصول منه على حوالي 4 طن سكر فقط ، غير أن مخلفات القصب ذات القيمة الاقتصادية والتي تتمثل في 1.75 طن مولاس و6.2 طن من البكاز ، فإن تصنيعها ينتج 0.400 طن كحول و 0.600 طن خميرة و 0.180 طن ثاني أكسيد الكربون و 2.000 طن لب الورق و 5.200 متر مكعب خشب مضغوط . و 0.130 طن بيوتانول Butanol و 0.060 طن أسيتون (Key Numbers of the Brazilian Sugarcane Industry ، 2015) .

- بكاز قصب السكر Bagasse واستخداماته :

هي مادة غير متجانسة للغاية تضم حوالي (30-40%) من الألياف ، وهذه الألياف تتكون من اللحاء ، والقشرة ، والساق ، وهي بمجملها ، بقايا سيقان القصب بعد استخلاص العصير السكري منها ، ويستخدم البكاز لإنتاج عجينة الورق والورق والخشب الحبيبي وإنتاج غاز الميثان وكذلك بعض المواد الكيماوية ومواد العلف أو

كمواد مولدة للطاقة ، ويستفاد من مادة البكاز في صناعة الأعلاف ، والأخشاب الصناعية ، في إنتاج الطاقة (محمد ، 2014) .

تتراوح نسبة البكاز بين 25-30% من وزن القصب المستخدم ويستخدم كوقود لتوليد الطاقة اللازمة لتشغيل المعدات والآلات في مصانع السكر ، كما يستخدم كعلف حيواني كما يضاف للتربة لتحسين خواصها (غلاب ، 1982) ،

يستعمل البكاز في الصناعات الورقية ، لأنه يعد مادة خام مميزة في صناعة الورق وفي صناعة الأخشاب الصناعية ، وصناعة العلف الحيواني ، وإنتاج المشتقات السليلوزية (علي ومنصور ، 2013) ، ويعد بكاز قصب السكر ثاني اكبر المصادر لإنتاج الورق بعد الخشب (Parajuli ، 2016) .

أن بكاز قصب السكر لديه ميزة إضافية على المواد الخام الأخرى المستخدمة في صناعة الورق ، وهي ميزة بيئية ، إذ إن الغازات الدفيئة المنبعثة من عمليات جمعه تجهيزه اقل من تلك التي المنبعثة من جمع وتجهيز رقائق الخشب ، كما ويتميز الورق المنتج من بكاز القصب بأنه يتطلب مواد كيميائية أقل لتبييض الورق ، مقارنةً مع لب الخشب ، لذلك يمكن استخدامه على نطاق واسع نظراً لإمكانية توفيرها على نطاق واسع وبتكلفة منخفضة (Nara ، 2014) .

- المولاس molasses (العسل الأسود) واستخداماته :

المولاس منتج فرعي في إنتاج السكر ، وهو عبارة عن سائل أسود لزج يبقى بعد استخراج السكر (فصل بلورات السكر) ، بالإمكان تحويله إلى ما لا يقل عن عشرين منتجاً مختلفاً ، وإن

نجاح معظم مصانع السكر يعتمد على الدخل الإضافي الذي يرد من استعماله . تتراوح نسبته بين (3.5-5%) من وزن القصب ، وقد يستخدم للتصدير مباشرةً أو كسماد (Nara ، 2014) ، وينتج عن صناعة السكر ، ويستخدم لإنتاج الكحول والعطور وحامض الخليك والمذيبات العضوية وثاني أكسيد الكربون وإنتاج المضادات الحيوية ، يستخدم في الصناعات التخميرية وإنتاج الكحول الأيثلي والاسيتون والبيوتانول وخميرة الخبز الجافة والطازجة وخميرة الأعلاف والأحماض العضوية (محمد ، 2014 والسعيد ، 2018) ، وإلى جانب استخدامه في إنتاج حامض الستريك والخميرة ، فهو يستخدم في صناعات التقطير ، والتصنيع التحويلي الكيميائي العضوي مثل الإيثانول (نقشو وآخرون ، 2013) . من الممكن أن يستخدم المولاس في إنتاج سلسلة واسعة من المنتجات المهمة في مقدمتها حامض الليمون (الستريك) (جبر وعباس ، 2011) .

إن 75% من مولاس العالم يأتي من قصب السكر ، ويستخدم في صناعة الأعلاف لما يحويه من عناصر غذائية ، ويستخرج منه الكحول اللازم لصناعة العطور ومستحضرات التجميل ، فضلاً عن استخدام خميرة الخبز منه . إلى جانب الاستعمالات المذكورة آنفاً ، يستعمل المولاس كمادة خام لإنتاج مخصبات التربة وثنائي أكسيد الكربون والمذيبات العضوية والمواد اللاصقة وفي صناعة الأدوية وغيرها (علي ومنصور ، 2013) .

- الوقود الحيوي Biofuel

هو أحد مصادر الطاقة المتجددة المستمدة من الكائنات الحية أو من الكتلة الحيوية ، ويمكن إنتاجه من النباتات وخصوصاً قصب السكر ، إذ يعد من بين

المنتجات الثانوية المهمة له (حاجم وآخرون ، 2018) . لقد كان للإيثانول التأثير الأكثر إيجابية على تجارة السكر ، ويمكن إنتاج الإيثانول مباشرة من القصب أو كمنتج ثانوي لإنتاج السكر . ويعد بديل للبنزين ، وبالتالي هو بديل عن النفط الخام . ونتيجة لذلك ، تم الربط بين أسعار السكر والنفط الخام (Mahajan وآخرون ، 2017) .

في ضوء ارتفاع تكلفة إنتاج الديزل الحيوي ، يمثل الإيثانول فرصة أفضل من حيث الجدوى الاقتصادية إذ يُستخرج من قصب السكر وهو المصدر الأعلى إنتاجية والأكثر كفاءة من حيث المردود في الوقت الحالي ، ويعد الإيثانول المنتج من قصب السكر هو الأكثر تنافسية من حيث استخدام الطاقة وتوازن نسبة الكربون (The Brazilian Sugarcane Industry Association ، 2010) ، وتتوقع وكالة الطاقة الدولية أنه بحلول عام 2050 ، أن قصب السكر هو النشيء الأول للوقود الحيوي الذي من شأنه أن يحافظ على توسعه في استخدام الطاقة (Valade ، 2014) . لذا جاء التوجه الكبير من قبل بعض الدول المتقدمة مثل البرازيل والولايات المتحدة الأمريكية في زيادة المساحة المزروعة وزيادة الإنتاج في وحدة المساحة بعد معرفة تلك الدول قدرة هذا المحصول العالية في إنتاج الوقود الحيوي وتفكيورها في الإستغناء عن الوقود الأحفوري في السنين القادمة (IFC ، 2011) ، ومن مزايا صناعة الوقود الحيوي أيضا هو زيادة الحصول على الكهرباء بكفاءة أعلى وضرراً أقل للبيئة (محمد ، 2016) ، ويعد التغير المناخي أحد أهم العوامل المسببة لفقد التنوع الحيوي (البيولوجي) ، لذلك سوف يُسهم في تخفيض انبعاثات الغازات المسببة للاحتباس الحراري ، وخفض معدل هذا التنوع في المستقبل ، ويقدر الخبراء إن إنتاج إيثانول القصب واستعماله وقودا يولد كميات من ثاني أكسيد الكربون أقل من البنزين ،

وتساعد عوامل عديدة على تحريك اهتمام البلدان النامية بالوقود الحيوي (اليمني ،
2009 و The World Energy Council ، 2016) .

- المنتجات الثانوية الأخرى لقصب السكر في المصنع

- مادة الفيناس

مادة الفيناس وهي سائل ينتج من تخمير المولاس لإنتاج الكحول وتستخدم هذه المادة كسماد للمحاصيل الحقلية وخاصة تسميد قصب السكر مما يؤدي إلى زيادة الإنتاج ، لاحتوائها على العديد من العناصر الغذائية ، فضلاً عن استخدامه بعد تركيزه وإضافته إلى طينة المرشحات الجافة مع كبريتات البوتاسيوم والسوبر فوسفات والكبريت بنسب معينة لإنتاج سماد عضوي متكامل يضاف للتربة قبل زراعتها (جبر وعباس ، 2011) .

- الفحم الحيوي (البايوجار)

هو مادة عضوية منتجة بواسطة التحلل الحراري لمخلفات ذات أصل نباتي أو حيواني بمعزل عن الهواء (Wang وآخرون ، 2017 و Lian و Xing ، 2017 و Sun وآخرون ، 2014) . لقد أشار العديد من الباحثين أن ألياف قصب السكر وأوراقه تحتوي على العديد من العناصر الغذائية مثل النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم وغيرها ، وتهتم دول العالم المنتجة لمحصول قصب السكر في تصنيع مخلفات المحصول وتحويلها الى الفحم الحيوي الذي يضاف إلى التربة للتحسين من خواصها الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية (Yu وآخرون ، 2019 و Blanco-Canqui ، 2017 و Xiao وآخرون ، 2018 و Trinh وآخرون ، 2017) ويقلل من حموضة التربة من خلال رفع قيم pH لها (Dia وآخرون ، 2017) كذلك معالجة التربة الملوثة (Fahmi وآخرون ، 2018) .

- طينة المرشحات (رسابة العصر)

طينة المرشحات وهي منتج ثانوي تصل نسبته إلى 4% من وزن القصب . مادة متخلفة عن عمليات الترشيح والتنقية للسكر ، إذ يسخن العصير ويعامل بالجير والكبريت لتنقيته من الشوائب ، ثم تصفيته وترشيحه فتخرج طينة المرشحات والتي تحتوي على بروتين ودهون ولها فوائد كثيرة كمخصب حيوي للتربة الزراعية وكسماد عضوي عالي الجودة ولإنتاج بدائل لمادة البيتموس فضلا عن صناعة الشمع (السعيدي ، 2018) .

- طريقة الشتل زراعة قديمة وتقنية مستحدثة في قصب السكر

إن طريقة الزراعة بالشتل هي طريقة قديمة أستعملت لإكثار نباتات الخضر والزينة وأشجار الفاكهة والغابات ، وفي الآونة الأخيرة تم استخدامها في العراق على محصول الذرة الصفراء لحل مشكلة الإنخفاض الحاصل في الموسم الربيعي ، إذ وجد من خلال العديد من الدراسات إنها إحدى الوسائل المهمة التي تؤمن توفير درجة الحرارة الملائمة للإنبات ولنمو وتطور الشتلة . إن هذا الإجراء قد استخدم لتجاوز تأثير بعض العوامل البيئية غير الملائمة وأهمها درجة حرارة التربة خلال مرحلة الإنبات وطول فترة ملائمة مرحلة التفرعات لدرجات الحرارة مما ينعكس إيجابيا على عددها ، فضلا عن تجاوز درجات الحرارة المرتفعة خلال مرحلة التزهير (داود والغركان ، 2017 والمهداوي ، 2018) . بينما في قصب السكر فتعد الزراعة بطريقة الشتل تقنية مستحدثة ، وذلك لأن إنتاج شتلات داخل البيت المحمي ثم نقلها و زراعتها في الحقل المستديم بدلا من زراعة العقل مباشرة في الحقل المستديم تعد من الدراسات الأولى على محصول قصب السكر في العراق والتي أبتكرت لحل مشاكل متعلقة بالمحصول .