مؤسسة دبي للمستقبل
DUBAI FUTURE FOUNDATION

الأمن الغذائي ومستقبل البروتينات البديلة

DUBAIFUTURE.AE

إخلاء المسؤولية

تم إعداد هذا التقرير لأغراض إعلامية وتعليمية وإرشادية، وهو يتضمن توجهات مستقبلية مبنية على الدراسات والبحوث، وليس بالضرورة لاعتمادها أو العمل بها. وبناءً عليه، تخلي مؤسسة دبي للمستقبل مسؤوليتها بالكامل عن كل ما يتعلق بمحتوى التقرير واستخدامه.

جميع حقوق الطبع والنشر محفوظة لمؤسسة دبي للمستقبل © 2024

جميع المواد الواردة في هذا التقرير مرخصة بموجب رخصة المشاع الإبداعي - نَسب المصنف 4.0 دولي (رخصة المشاع الإبداعي)، باستثناء المحتوى المقدم من أطراف ثالثة أو الشعارات أو أي مادة محمية بعلامة تجارية أو مشار إليها في هذا التقرير. رخصة المشاع الإبداعي اتفاقية ترخيص نموذجية تتيح نسخ التقرير وتوزيعه ونقله وتكييفه شريطة نسب العمل لصاحبه، وهي متاحة على الرابط:
https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode

يمكن الاطلاع على القائمة الكاملة لمعلومات الأطراف الثالثة المدرجة في هذا التقرير ومواردها ضمن قسم الملاحظات وقائمة المراجع. ويستثني إخلاء المسؤولية هذا أيضاً بصفة خاصة العلامات التجارية لكلمة مؤسسة دبي للمستقبل وشعارها من نطاق ترخيص المشاع الإبداعي هذا.

تم إعداد هذا التقرير باللغة الإنجليزية، وتُرجم بعدها إلى اللغة العربية لملاءمة القارئ العربي فقط، مع مراعاة الدقة الكاملة في نقل المحتوى. ومع ذلك، فإن النسخة الإنجليزية هي النسخة التي يُعتد بها في حالة وجود أي تناقضات أو معلومات متعارضة بين النسختين.

الفهـــــرس

الملخـــص التنفيـــذي **4**

المقدمة **5**

1 **تحوّل تكنولوجيا الأغذية** **6**

1.1 **لماذا نتحدث اليوم عن الغذاء؟** 7

1.2 **تأثير التكنولوجيا في طبيعة الغذاء** 8

1.2.1 اللحوم النباتية 10

1.2.2 اللحوم والمأكولات البحرية المزروعة في المختبر 14

1.2.3 التخمير الدقيق 22

2 **المرحلة القادمة والفرص المستقبلية** **27**

2.1 **ماذا لو أصبحت زراعة اللحوم في متناول الجميع؟** 28

2.2 **ماذا لو أنتجنا الغذاء دون الحاجة للزراعة وفي أي ظروف مناخية؟** 30

2.3 **ماذا لو أنتجنا كميات هائلة من الجلود باستخدام خلية واحدة فقط من بقرة حية؟** 32

2.4 **ماذا لو بنينا مصانع أغذية في الفضاء تعمل بالطاقة المتجددة؟** 34

3 **الملاحظات الختامية** **36**

مسرد المصطلحات **39**

شكر وتقدير **40**

لائحة المصادر **41**

نبذة عن مؤسسة دبي للمستقبل **48**

الملخـــص التنفيـــذي

تحظى النظم الغذائية الحديثة باهتمام عالمي في ظل مخاوف بشأن التلوث الذي قد ينتج عنها أو محتواها الكربوني الكثيف، وربما عدم صلاحيتها للاستهلاك في المستقبل. إلا أن الأمر المؤكد هو أن هذا الزخم العالمي حول الحد من الأنشطة البشرية المسببة لتغيّر المناخ، وتحقيق الأمن الغذائي لسكان العالم الذين يزداد عددهم يوماً بعد يوم، هو ما يجعل ابتكار أنظمة غذائية جديدة ومستدامة ضرورة ملحة أمام المجتمع الدولي.[1]

وقد حرصت الأمم المتحدة على طرح هذا التحدي ومناقشته باستمرار ضمن أجندة مؤتمر الأطراف في اتفاقية الأمم المتحدة الإطارية بشأن تغيّر المناخ (COP)، وكان ضمن أبرز موضوعات مؤتمر الأطراف الثامن والعشرين (COP28) الذي انعقد في دبي بدولة الإمارات العربية المتحدة.

وفي هذا السياق، أجريت عدة دراسات للبحث عن بدائل للبروتين الحيواني بالاعتماد على الحلول التقنية لا سيما مع موجة الانتقادات الموجهة مؤخراً لتربية الحيوانات التقليدية وما يترتب عليها من تداعيات على البيئة وصحة وسلامة البشر والحيوانات. ولذلك، نسعى في هذا التقرير إلى استكشاف ثلاثة مجالات تشكّل في مجملها منظومة البروتينات البديلة، وهي: البروتين النباتي، والمنتجات المزروعة من الخلايا الحية، والتخمير الدقيق، بهدف تسليط الضوء على الفوائد المحتملة لهذا القطاع وتخيل مستقبله.

وتماشياً مع الاستراتيجية الوطنية للأمن الغذائي التي تهدف لأن تكون دولة الإمارات الأفضل عالمياً في مؤشر الأمن الغذائي العالمي بحلول عام 2051، وتطوير الإنتاج المحلي المستدام والاستفادة من التقنيات الذكية في إنتاج الغذاء، نطمح من خلال هذا البحث إلى حث جميع الجهات المعنية بسلسلة القيمة الغذائية في دبي، من المؤسسات الحكومية والشركات والمستهلكين، على التعمق في بحث سبل الاستفادة من الفرص والتعامل مع التحديات المرتبطة بقطاع البروتينات الحيوانية البديلة.

> **تحظى النظم الغذائية الحديثة باهتمام عالمي في ظل مخاوف بشأن التلوث الذي قد ينتج عنها أو محتواها الكربوني الكثيف، وربما عدم صلاحيتها للاستهلاك في المستقبل.**

المقدمة

تُعتبر النظم الغذائية الزراعية من القطاعات الاقتصادية الحيوية، فهي تؤمّن الوظائف لحوالي 1.23 مليار شخص حول العالم، وتوفر الدعم المادي اللازم لنحو 3.83 مليار فرد من أسر العاملين في هذا القطاع[2]. لكن رغم أهميتها الاقتصادية، فقد ثبت أن هذه النظم تُلحق أضراراً كبيرة بالبيئة. فقد كشفت منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو)[3] في عام 2021 أن النظم الغذائية الزراعية أدت إلى انبعاث حوالي 31% من غازات الدفيئة الناتجة عن الأنشطة البشرية في عام 2019 [4]، **مع العلم أن تربية الحيوانات وحدها تؤدي إلى انبعاث 11 إلى 14.5% من هذه الغازات حسب المنهجية المعتمدة في التربية** [5].

أن النظم الغذائية الزراعية أدت إلى انبعاث حوالي

31%

من غازات الدفيئة الناتجة عن الأنشطة البشرية في عام 2019

ومن المتوقع زيادة استهلاك البروتينات الحيوانية حول العالم بنسبة 14% بحلول عام 2030 مقارنة بالفترة بين عامي 2018 و2020، حيث بيّنت دراسات أجرتها منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية ومنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة أننا بحلول عام 2030 سنحتاج إلى توفير 374 مليون طن من اللحوم، نظراً لارتفاع متوسط دخل الفرد والنمو المتوقَّع لعدد السكان من 8 مليار[6] إلى 9.7 مليار نسمة[7] بحلول عام 2050.

ومن هنا تبرز الحاجة إلى الحد من الأضرار البيئية التي قد تنتج عن إنتاج البروتينات الحيوانية واستهلاكها، وأهمية ابتكار بدائل بروتينية صحية وآمنة، وقد يكون تطوير بدائل مثل اللحوم النباتية واللحوم والمأكولات البحرية المزروعة[8] ومنتجات التخمير الدقيق، أحد الطرق الفعّالة لتحقيق هذه الأولويات.[9]

> **تُعتبر النظم الغذائية الزراعية من القطاعات الاقتصادية الحيوية، فهي تؤمّن الوظائف لحوالي 1.23 مليار شخص حول العالم، وتوفر الدعم المادي اللازم لنحو 3.83 مليار فرد من أسر العاملين في هذا القطاع.**

1. تحوّل تكنولوجيا الأغذية

1.1 لماذا نتحدث اليوم عن الغذاء؟

الغذاء من الاحتياجات الأساسية[10] والغريزية التي لا تتعلق ببقاء الإنسان فحسب، بل وازدهار الحياة ككل، وطالما ارتبط بالعادات والمناسبات المجتمعية وأحياناً بالطقوس الدينية.

فقد أسهم الغذاء، على مر التاريخ وعبر مختلف الحضارات، في تشكيل المجتمعات، فالطعام لم يكن مجرد وسيلة للبقاء على قيد الحياة، بل لتوطيد العلاقات الاجتماعية أيضاً. ففي الألفية الثالثة قبل الميلاد – على سبيل المثال - اعتبر المجتمع السومري الغذاء هو الأساس الذي يعتمد عليه ازدهار جميع القطاعات الاقتصادية[11]. كما طوّر الإنسان منذ آلاف السنين طرقاً عالمية لتجارة المواد الغذائية،[12] مما مهّد الطريق لتطور سلسلة القيمة الغذائية العالمية المترابطة التي نشهدها اليوم.

لكن الاضطرابات التي شهدها العالم في السنوات الأخيرة، مثل التوترات الجيوسياسية والأوبئة، وتداعيات تغيّر المناخ، أثرت إلى حد كبير في بنية المنظومة الغذائية. وأدّت بدورها، إلى جانب أسباب أخرى مثل التمدن[13] والتحوّل الرقمي وارتفاع الطلب على الطاقة المرتبط بهذا التحوّل، إلى إحداث تحولات كبيرة ومعقّدة في سلسلة القيمة[14].

في هذا السياق، تحرص الحكومات والمنظمات العالمية[15] على تبني منهجيات شاملة تشجع الاستثمار في تطوير تقنيات جديدة وتعزيز الابتكار في النظم الغذائية، وذلك في إطار سعيها لاعتماد سياسات تعزز أمن النظم الغذائية[16] واستدامتها وإتاحتها بأسعار معقولة. وقد جذبت هذه التقنيات الجديدة المبتكرة اهتمام العالم، وفي مقدمتها اللحوم النباتية، واللحوم والمأكولات البحرية المزروعة، والتخمير الدقيق، في إطار البحث عن طرق جديدة لتلبية احتياجات السكان من البروتينات الحيوانية.[17]

قد جذبت التقنيات الجديدة المبتكرة اهتمام العالم، وفي مقدمتها اللحوم النباتية، واللحوم والمأكولات البحرية المزروعة، والتخمير الدقيق، في إطار البحث عن طرق جديدة لتلبية احتياجات السكان من البروتينات الحيوانية.

1.2 تأثير التكنولوجيا في طبيعة الغذاء

لطالما أسهم العلم والابتكار في تحديث النظم الغذائية باستمرار،[19] وفي يومنا هذا الذي يشهد تغيرات وتطورات متسارعة فيما يتعلق بالغذاء وسلامته وأمنه وتوفره، تتسارع وتيرة الاعتماد على الابتكارات التكنولوجية في جميع مراحل سلسلة القيمة، التي تمتد من الإنتاج والتوزيع والتعبئة وصولاً إلى الاستهلاك والتخلص من النفايات.[20] وقد بدأ المجتمع العلمي في اتخاذ خطوات جدية لاستكشاف البدائل المحتملة للبروتينات التي يحصل عليها الإنسان من تربية الحيوانات بطرق تقليدية، وذلك لتلبية احتياجات العدد المتزايد لسكان العالم، والحد من البصمة الكربونية المرتبطة بالمنتجات الحيوانية[21].

ويتمثل الهدف الأبرز لجهود استحداث البروتينات البديلة في إنشاء نظام غذائي أكثر استدامة ومرونة وقدرة على توفير الغذاء لجميع الأفراد حول العالم، بصرف النظر عن الاضطرابات غير المتوقعة التي قد تعيشها مختلف المناطق في العالم. وقد شهدت الشركات المتخصصة في تطوير هذه التكنولوجيا طفرة في الاستثمارات من القطاعين الحكومي والخاص على مدار العشر سنوات الماضية، إذ بلغت قيمة الاستثمارات الإجمالية فيها 5 مليارات دولار في عام 2021، غير أن هذا الرقم شهد انخفاضاً طفيفاً في عام 2022 في ظل تراجع الاستثمارات العالمية، ومن المتوقع أن يتوسّع سوق تكنولوجيا الأغذية خلال الأعوام العشرين المقبلة[22].

بلغت قيمة الاستثمارات الإجمالية في الشركات المتخصصة في استحداث البروتينات البديلة

5 مليارات دولار

في عام 2021

وتجدر الإشارة إلى أن مستوى النضوج التكنولوجي للحوم النباتية أو اللحوم والمأكولات البحرية المزروعة في المختبر، ومدى تقبّل المستهلكين لها، يختلف إلى حد كبير من دولة إلى أخرى، وبالتالي تتباين السياسات والتشريعات المنظمة لهذا القطاع أيضاً بشكل كبير في مختلف أنحاء العالم. وسوف نستعرض فيما يلي الوضع الراهن للإطار التشريعي ومراحل التسويق التجاري لهذه الحلول، ونمو السوق وتكاليف التصنيع وأسعار المنتجات (التقريبية)، بالإضافة إلى الفوائد والتحديات المحتملة لهذه التكنولوجيا المبتكرة.

> **في غضون 50 عاما سيتوقف العالم عن تربية الدجاج بأكمله في المزرعة وبدلا من ذلك سيعملون على نمو أجزاء منه في المعمل.**
>
> **تشرشل (1931)**[18]

> من المتوقع أن يتوسّع سوق تكنولوجيا الأغذية خلال الأعوام العشرين المقبلة.

ملخص الاستثمار في البروتينات البديلة بين عامي 2010 و2021

الفئة	رأس المال المستثمر			النمو المحقق في عام واحد (بين عامي 2020 و2021)
	2021	2020	جميع المراحل (بين 2010 و2021)	
مجموع البروتينات البديلة	**5.0 مليار دولار**	**3.1 مليار دولار**	**11.1 مليار دولار**	**أكثر من 60%**
اللحوم النباتية	1.9 مليار دولار	2.1 مليار دولار	6.3 مليار دولار	-
التخمير	1.7 مليار دولار	600 مليون دولار	2.8 مليار دولار	ثلاثة أضعاف
اللحوم المزروعة	1.4 مليار دولار	400 مليون دولار	1.9 مليار دولار	ثلاثة أضعاف

المصدر: "مؤسسة غود فود انستتيوت"[23]

1.2.1 اللحوم النباتية

اللحوم النباتية بديل معروف ومتاح للحوم التقليدية، وقد زادت شعبيتها على مدار العشرين عاماً الماضية رغم وجودها منذ فترة أطول من ذلك[24]. وقد صُمّمت هذه المنتجات من مصادر نباتية أو فطرية لتحاكي مذاق وشكل اللحوم الحيوانية،[25] ولا يقتصر استهلاكها على الأفراد الذين يتبعون نظاماً غذائياً نباتياً أو نباتياً صرفاً، حيث ينجذب الأفراد من آكلي اللحوم أيضاً إلى هذه الخيارات لأسباب صحية وبيئية متنوعة، لأن تأثير اللحوم النباتية على البيئة أقل بكثير من تأثير اللحوم الحيوانية، نظراً لانخفاض الانبعاثات الضارة الناتجة عنها مقارنة بتلك التي تنتج عن تربية الماشية[26].

التسويق والتنظيم

أصبحت اللحوم النباتية متاحة في الأسواق في كل مكان في العالم، وهي متاحة أيضاً للمستهلكين في دولة الإمارات العربية المتحدة[27]. ويؤكد المستثمرون ومصنّعو المنتجات النباتية إلى أن السوق المحلي في دولة الإمارات سيشهد نمواً بارزاً في استهلاك هذه الأنواع من اللحوم، بسبب توجه المستهلكين أكثر فأكثر إلى البدائل النباتية للحوم، وهو ما أكده مؤتمر الأطراف الثامن والعشرين (COP 28) الذي عُقد في دبي في 2023، بدعوة وتشجيع الجميع لاعتماد أنماط حياة أكثر استدامة[28].

وقد افتتحت شركتان مُصنّعتان للحوم النباتية في عام 2023 فروعاً لها في دولة الإمارات في إطار هذا التوسع المرتقب في السوق[29،30] **وهناك العديد من شركات رأس المال الاستثماري المتخصصة في مجال تكنولوجيا الغذاء تستكشف السوق في دولة الإمارات،** بما فيه من فرص في هذا القطاع، لا سيما مع الاهتمام المتزايد ببدائل اللحوم النباتية في منطقة مجلس التعاون لدول الخليج العربية[31].

ويُجري العلماء تحسينات مستمرة على تقنيات إنتاج اللحوم النباتية[32]، وهو ما يمنح الشركات العاملة في مجال تصنيع هذه المنتجات الثقة لدخول أسواق جديدة في كل أنحاء العالم. وينصب تركيز هذه الشركات الناشئة بشكل أساسي على طمأنة المستهلكين وتوعيتهم بسلامة المواد الخام والمكونات المستخدمة في إنتاج اللحوم النباتية،[33] وتحرص هذه الشركات على تعزيز شفافيتها من خلال توضيح قائمة المكونات على العبوات لتمكين المستهلكين من فهم تركيبتها. وتتمثل العناصر الرئيسية التي تتكوّن منها اللحوم النباتية في بروتينات مشتقة من مصادر مثل "التوفو" أو "التمبيه" أو "الصويا"، وزيوت نباتية مثل زيت دوار الشمس أو زيت "الكانولا"، ومكونات نباتية أخرى مثل "الغلوتين" أو ماء الحبوب "أكوافابا" أو البقوليات.[34]

نمو السوق

شهدت حصة قطاع اللحوم النباتية في سوق المواد الغذائية ارتفاعاً ملحوظاً، ومن المتوقع أن يبلغ معدل نموها السنوي المركب 20.6% بحلول عام 2030،[35] إلا أنه ظهرت بعض مؤشرات تباطؤ نمو القطاع خلال العام الماضي، إذ نقصت حصة الشركات الرائدة في السوق، وتراجعت أسعار أسهمها وتزايدت المخاوف حول إفلاس بعضها،[36] مما أدى إلى التشكيك في استدامة هذه البدائل المبتكرة.[37] ويرتبط هذا التباطؤ بعدة عوامل منها تفضيلات المذاق، والوعي حول التأثيرات الصحية للمنتجات الجديدة (الإيجابية والسلبية)، إلى جانب ارتفاع أسعارها وتأثير التضخم الاقتصادي الذي يشهده العالم في قدرة المستهلك على الإنفاق.[38]

تراجع القطاع ودورة ضجيج غارتنر (هايب غارتنر)

أما سبب التباطؤ الذي شهده هذا القطاع وعدم نجاح بعض أكبر شركات اللحوم النباتية في تحقيق مستهدفاتها فربما توضحه نظرية دورة ضجيج غارتنر[39] (وهي عرض تقديمي تم تطويره بواسطة شركة غارتنر الأمريكية للأبحاث لدراسة مسارات التقنيات الحديثة) حيث أثرت هذه النظرية على عدد كبير من التقنيات المبتكرة في السابق مثل السيارات الكهربائية وعالم الميتافيرس.[40] فوفق هذا النموذج، تشهد التكنولوجيا الجديدة في البداية اهتماماً متزايداً، تدخل بعده في مرحلة الاستقرار، لكن هذا الاستقرار لا يُعتبر توقفاً عن النمو، بل تعد هذه المرحلة فرصة لتطوير تكنولوجيا جديدة وتحديث التكنولوجيا القائمة.

ورغم هذا التباطؤ، من المتوقع أن يشهد إنتاج اللحوم النباتية نمواً ملحوظاً بالتزامن مع الانخفاض المتوقع في أسعار المنتجات، وتوسّع عمليات الإنتاج، وتركيز المستهلك على عاملَيّ الصحة والاستدامة خلال اختياره للمنتجات التي يستهلكها. **وقد بلغت قيمة سوق اللحوم النباتية عالمياً 19 مليار دولار في عام 2019، منها 176.5 مليون دولار**[41] **في منطقة الشرق الأوسط وأفريقيا وحدها.** وتشير تقديرات بعض المحللين إلى أن **هذه القيمة سترتفع في السنوات القليلة المقبلة في منطقة الشرق الأوسط وأفريقيا لتصل إلى حوالي 380 مليون دولار.**[42]

> **شهدت حصة قطاع اللحوم النباتية في سوق المواد الغذائية ارتفاعاً ملحوظاً، ومن المتوقع أن يبلغ معدل نموها السنوي المركب 20.6% بحلول عام 2030.**

التكاليف والأسعار

تعد تكلفة إنتاج اللحوم النباتية مرتفعة جداً نظراً لإنتاجها على نطاق صغير، وعدم حصولها على الدعم المالي الحكومي الذي تحصل عليه أي من الشركات الأخرى التي تُعنى بتربية الحيوانات. وهو ما يسبب ارتفاع أسعار اللحوم النباتية في الأسواق حول العالم[43]، وفي دولة الإمارات على سبيل المثال:[44]

نوع المنتج	متوسط سعر السوق (بالدرهم)	الكمية (بالغرام)	السعر لكل 100 غرام (بالدرهم)	سعر دلتا (التقدير النظري لمدى تغير القيمة) مقابل المنتجات النباتية (بالنسبة المئوية)
برغر نباتي*	33.50	216	15.51	معطيات
برغر دجاج عضوي	23.85	300	7.95	-49
برغر لحم بقري عضوي	19.20	300	6.40	-59
برغر دجاج عادي	17.00	500	3.40	-78
برغر لحم عادي	13.20	400	3.30	-79

* تشير كلمة "برغر" في هذا التقرير إلى اللحوم فقط (أو ما يعادلها) ولا تشمل الخبز، كما يُقصد بالدرهم الدرهم الإماراتي

المصدر: "أورغانيك فودز آند كافيه" وتشويثرامس وكارفور (أُجري البحث في المتاجر)

من المتوقع أن يتقلص الفرق في الأسعار بين اللحوم التقليدية واللحوم النباتية في ظل ارتفاع أسعار اللحوم في جميع أنحاء العالم من جهة وزيادة إنتاج المنتجات النباتية من جهة أخرى.

وتشير الدراسات التي أجرتها مؤسسة "غود فود انستيتيوت" إلى أن صناعة استنبات اللحوم الحيوانية قائمة منذ عقود على نطاق عالمي وتشهد أيضاً تحسناً ملحوظاً، وأن صناعة اللحوم مباشرة من المصادر النباتية تعد أكثر كفاءة من إطعام المحاصيل للحيوانات أولاً ثم تناول أجزاء من تلك الحيوانات بعد ذلك، وسوف يأتي اليوم بلا شك الذي ستصبح فيه اللحوم النباتية قادرة على منافسة اللحوم الحيوانية من حيث الأسعار.[45]

بلغت قيمة سوق اللحوم النباتية عالمياً 19 مليار دولار في عام 2019، منها 176.5 مليون دولار في منطقة الشرق الأوسط وأفريقيا وحدها.

الإيجابيات

- الأثر البيئي الإيجابي (انخفاض انبعاثات الكربون وغازات الدفيئة)
- تعزيز الاستفادة من الموارد الطبيعية مثل الأراضي والمياه، مع زيادة التنوع الحيوي
- تشجيع التصنيع المحلي باستخدام المحاصيل الزراعية المحلية (كالفاصولياء والبازيلاء)
- الأثر الإيجابي على صحة الإنسان، بما فيها خفض معدلات الإصابة بالأمراض غير المعدية، نتيجة التقليل من استهلاكه للحوم والأغذية التي تحتوي على نسبة عالية من السكر والدهون والملح
- من المتوقع أن تتيح هذه المنتجات حلولاً اقتصادية مستدامة للمستهلكين
- تلبية متطلبات الاستدامة[46] لدى بعض المستهلكين

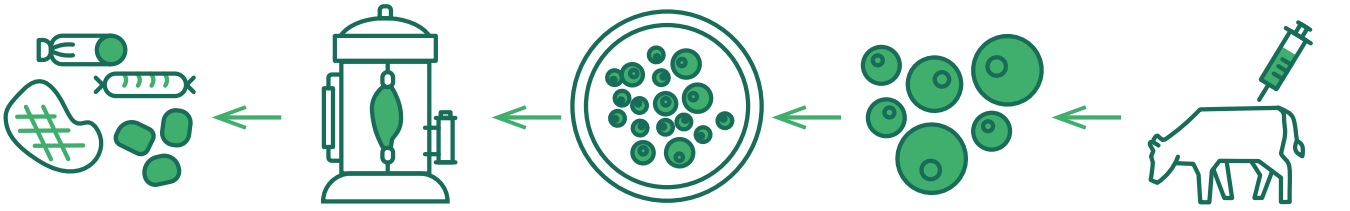
العوائق

- قلة الوعي بين المستهلكين بالقيمة الغذائية لهذه المنتجات مقارنة باللحوم التقليدية (مثل، محتواها من البروتينات والعناصر الغذائية الأساسية مثل فيتامين ب 12 والحديد)
- معارضة بعض المستهلكين (لأي سبب مثل السعر أو القوام أو المذاق أو قوائم المكونات غير الواضحة)
- التأثير في قطاع تربية الحيوانات التقليدي (مما قد يحدث خللاً في المجتمع)
- نقص التمويل الكافي (سواء في مجال البحوث أو البنية التحتية)
- الاعتماد إلى حد كبير على عدد من المحاصيل المزروعة في عدد محدود من الدول
- عدم توفر هذه المنتجات بشكل كافٍ أمام المستهلكين (وهو أمر بالغ الأهمية لتجربة هذه الأطعمة)

1.2.2 اللحوم والمأكولات البحرية المزروعة في المختبر

اللحوم المزروعة، والمعروفة أيضاً باللحوم المُستنبتة،[47] هي لحوم حيوانية في الأساس (أي مستنبتة من الكائنات البحرية واللحوم العضوية)، حيث يتم إنتاجها عن طريق زراعة الخلايا الحيوانية مباشرة في مفاعلات حيوية في المختبر لمحاكاة الظروف داخل جسم الحيوان، وبهذه الطريقة قد لا نحتاج بعد اليوم إلى تربية الحيوانات لتناول أجزاء منها فيما بعد؛ إذ تتكون هذه اللحوم المزروعة من خلايا يمكن هيكلتها وفق بنية الأنسجة الحيوانية أو بشكل شبيه بها، مما يجعلها شبيهة باللحوم التقليدية من حيث الخصائص الحسيّة والغذائية.[48] ومع أن تقنية زراعة الخلايا الحيوانية تعود إلى سبعينيات القرن العشرين، وقد استُخدمت في مجالات هندسة الأنسجة والطب التجديدي والمستحضرات الصيدلانية، إلا أن استخدامها في إنتاج منتجات صالحة للأكل، مثل اللحوم المزروعة، يشكّل تطوراً مهماً وتحولاً كبيراً لهذه التكنولوجيا.[49]

إنتاج اللحوم المزروعة في المختبر



المصدر: "فور بوز إنترناشيونال" (Four Paws International)[50]

وتُعد زراعة الخلايا إحدى الطرق الفعالة لزراعة لحوم الأسماك أو الحيوانات مباشرة باستخدام الخلايا المستخرجة بعد أخذ خزعة من جسم الحيوان، سواء تم الحصول على هذه الخزعة من الحيوان وهو حيّ أو بعد ذبحه أو تم الحصول عليها من البيض الذي يضعه. وتنمو الخلايا فور استخراجها في مجموعات صغيرة في بيئة مغذية قبل نقلها إلى مفاعل حيوي مخصص.[51] وفي عملية مشابهة لما يحدث داخل جسم الحيوان، تتم تغذية الخلايا في بيئة ملائمة غنية بالأكسجين ومكونة من العناصر الغذائية الأساسية، مثل الأحماض الأمينية والجلوكوز والفيتامينات والملح غير العضوي ومكملات غذائية وبروتينات تساعد في عملية النمو.[52]

هذه التكنولوجيا المبتكرة ما زالت في بداية الطريق، فهناك الكثير من التحسينات اللازمة لتعزيز صناعة اللحوم والمأكولات البحرية المزروعة في المختبر، مثل تحسين الأثر البيئي وخفض تكاليف الإنتاج. وتركّز الأبحاث على العديد من النقاط في هذا المجال، وخصوصاً طرق الحصول على خطوط خلايا عالية الجودة، وسبل تطوير وسائط ذات خلايا مزروعة خالية من المشتقات الحيوانية، وصناعة مفاعلات حيوية أكثر استدامة.[53]

الأثر البيئي للحوم المزروعة في المختبر: نقاش مفتوح

في عام 2021، تم نشر تقرير يتناول تقييم هذه الصناعة من الناحية التقنية والاقتصادية[54] تلاه تقرير آخر في يناير 2023 حول تقييم دورة الحياة المتوقعة.[55] واستعرض التقريران مقارنة بين الأثر البيئي الناجم عن إنتاج اللحوم المزروعة المخصصة للاستهلاك مع ذلك الذي سينتج عن الإنتاج الحيواني التقليدي بحلول عام 2030. وخلصت الدراستان إلى أن اللحوم المزروعة تراعي البيئة أكثر من اللحوم التقليدية، لا سيما من حيث استخدام الأراضي الزراعية، وتلوث الهواء، والانبعاثات المرتبطة بالنيتروجين.

ورغم أن إنتاج اللحوم المزروعة وسلسلة التوريد الخاصة بها يتطلبان كمية كبيرة من الطاقة، إلا أنها قد تشكّل بديلاً مستداماً لجميع أنواع اللحوم التقليدية في حال اعتمدت على مصادر الطاقة المتجددة. فوفق أكثر السناريوهات تفاؤلاً حسب تقرير التقييم التقني والاقتصادي وتقرير تقييم دورة الحياة المتوقعة، قد تسهم اللحوم المزروعة في الحد من تداعيات التغير المناخي الناجمة عن لحوم الأبقار بنسبة 92% ولحم الخنزير بنسبة 44%، وأنها قد تنافس الدجاج (بنسبة تزيد عن 3%)[56]. غير أن الدراسات التي أجراها باحثون باستخدام تقنيات حديثة للبحث في أثر اللحوم المزروعة في المناخ، أشارت إلى أن الفوائد البيئية لهذه المنتجات ما تزال غير واضحة، خصوصاً مع وجود تحديات مثل استخدام المياه الزرقاء، وتشبّع المياه العذبة بالعناصر الغذائية، والطلب على الطاقة.[57]

ويبقى السؤال هنا: **هل سيكون إنتاج اللحوم المزروعة في المختبر أكثر مراعاةً للبيئة مقارنةً بتربية الحيوانات التقليدية؟** هذا السؤال يعد محوراً أساسياً في مسيرة تطور هذه التكنولوجيا، وسيتحدد بناءً عليه مدى تقبل المستهلكين لهذه المنتجات.

التسويق والتنظيم

هناك حوالي 150 شركة متخصصة في مجال إنتاج اللحوم المزروعة حول العالم، لا توجد أي منها في منطقة دول الخليج العربية حتى تاريخ إصدار هذا التقرير، وهناك عدد متزايد من شركات الإمدادات الغذائية العالمية (مثل "نستله"، و"ميرك"، و"ميتسوبيشي"، و"JBS") بدأت العمل بطريقة أو أخرى في هذا القطاع.[58] وتعد سنغافورة أول دولة تمنح ترخيصاً لشركة لبيع هذه المنتجات حول العالم في عام 2020، تتبعها الولايات المتحدة الأمريكية في عام 2023، وهي خطوة استراتيجية كبرى نظراً إلى حجم السوق الاستهلاكي في الولايات المتحدة.[59]

كما نظّمت دول أخرى، مثل هولندا واليابان واستراليا، فعاليات عامة للجمهور لتذوق اللحوم والمأكولات البحرية المزروعة، إلا أنها لم تسمح بعد بطرحها في الأسواق.[60] وفي منطقة دول الخليج العربية، أسهمت شركة إدارة الأصول "كي بي دبليو فينتشرز" السعودية في ثلاث مراحل من مراحل تمويل شركة للمأكولات البحرية المزروعة وفي مرحلة أيضاً من مراحل تمويل إحدى شركات اللحوم المزروعة.[61] وفي عام 2021، أعلنت قطر نيتها منح تصريح لشركة متخصصة في إنتاج اللحوم المزروعة يتيح لها بناء مصنع في المنطقة الحرة في قطر والتي تقع خارج حدود الدولة الإدارية.[62]

وقد دفع هذا الحراك في مجال طرح منتجات اللحوم المزروعة في الأسواق كلا من منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو) ومنظمة الصحة العالمية إلى إعداد تقرير حول معايير الصحة والسلامة المرتبطة بهذه المنتجات.[63] وباختصار، فقد خلص التقرير إلى أنه يجوز إنتاج المنتجات الصالحة للأكل إذا كان إنتاجها متوافقاً مع معايير الصحة والسلامة المطلوبة.

لمحة حول الوضع العالمي[64]

الدولة أو مجموعة الدول	الموافقة التنظيمية (التسويق)	فعاليات عامة لتذوق اللحوم المزروعة	عدد شركات اللحوم المزروعة
الولايات المتحدة الأمريكية	اعتباراً من يوليو 2023	نعم	33
الاتحاد الأوروبي[65]	لا	نعم	27
إسرائيل[66]	اعتباراً من يناير 2024	نعم	16
سنغافورة[67]	اعتباراً من يناير 2021	نعم	6
هولندا[69]	لا [68]	نعم	4
اليابان	لا	نعم	4
سويسرا	في يوليو 2023، تم تقديم طلب واحد للحصول على الموافقة التنظيمية [70]	لا	2
أعضاء مجلس التعاون لدول الخليج العربية [71]	لا	لا	0

هل اللحوم المزروعة حلال حسب الشريعة الإسلامية أو الأحكام اليهودية (أو ما يسمى اللحم الكوشر)؟ [72]

أثار مفهوم اللحوم المزروعة عدّة تساؤلات أخلاقية وفلسفية ودينية في المجتمع الإسلامي، ولعل أبرزها كان حول مدى توافق هذه المنتجات مع الشريعة الإسلامية وهل هذه اللحوم حلال أم لا؟

في فبراير 2024، أصدر المجلس الإسلامي في سنغافورة فتوى مفادها أن اللحوم المزروعة تعتبر حلال إذا كانت مستنبتة من لحوم حلال وغير ممزوجة بأي مكونات أخرى محرمة حسب الشريعة الإسلامية خلال عملية الإنتاج.[73] وفي سبتمبر 2023، طلبت شركة "غود ميت" (Good Meat) مشورة علماء الشريعة في المملكة العربية السعودية حول الطريقة التي تعتمدها لإنتاج لحوم الدجاج المزروعة في المختبر، وقد أوضح العلماء أن اللحوم التي تنتجها الشركة يمكن اعتبارها حلالاً في حال استوفت شروطاً معيّنة، كأن تكون الخلايا التي تستخدمها مستخرجة من حيوان حلال ويكون مذبوحاً على الطريقة الإسلامية.[74]

إذن فالحكم على اللحوم المزروعة يتوقف على معرفة مصدر الخلية وعلى بيئة الزراعة المستخدمة.[75] وقد أوضحت الجهات الدينية في إندونيسيا وماليزيا[76] أن الخلايا الجذعية تُعتبر حلالاً في حال استُخرجت من حيوان مذبوح وفق الشريعة الإسلامية، وعدم استخدام الدم أو المصل في عملية التصنيع.

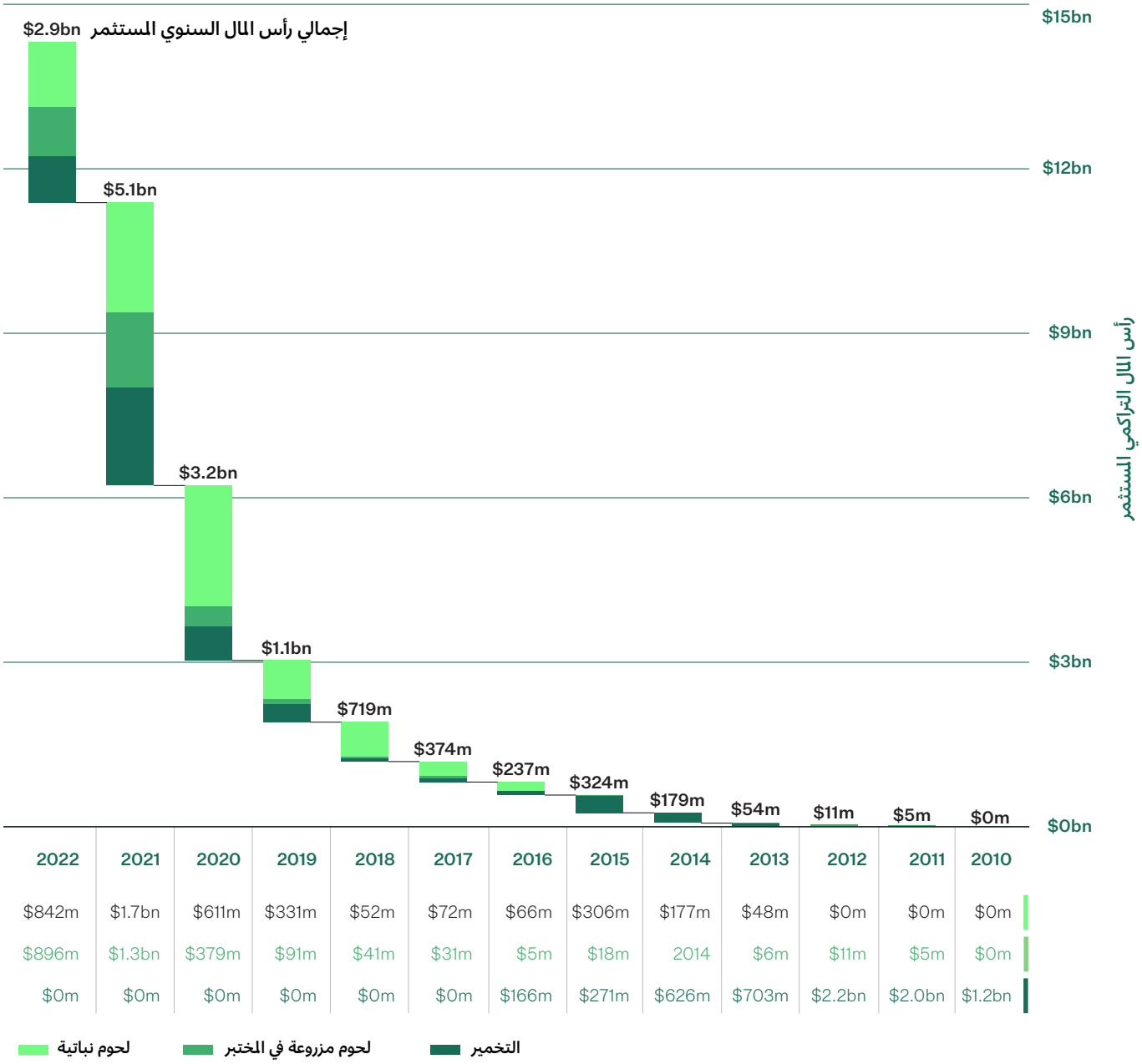
بالتالي، بعد استيفاء هذ الشروط، يمكن تصنيف اللحوم المزروعة ضمن فئة الأطعمة الحلال. لكن ليس جميع الشركات المنتجة لهذه اللحوم تبدأ عملية الإنتاج بذبح الحيوان أساساً، بل يمكن استخراج الخلايا من الحيوانات الحيّة من دون أن تتسبب لها بالألم. ولذلك، من الأرجح أن يتم تقييم كل منتج على حده قبل تصنيفه ضمن فئة الأطعمة الحلال، خاصة وأن كل شركة تتبنى تقنيات مختلفة عن سواها في التصنيع، كما هو الحال عندما تم الإعلان في بداية عام 2023 عن أن لحوم الدجاج التي تنتجها مزارع "ألِف فارمز" لحوم (كوشر) حلال حسب الأحكام اليهودية.[77]

نمو السوق

تختلف التوقعات حول نمو قطاع اللحوم والمأكولات البحرية المزروعة. إذ تشير تقديرات مركز "ماكنزي" للأبحاث إلى أن حجم إنتاج اللحوم المزروعة سيبلغ 2.1 مليون طن متري بحلول عام 2030، لتصل قيمة السوق إلى 25 مليار دولار، وهو ما يعادل حوالي 0.56% من حجم الطلب العالمي على اللحوم الذي يتوقع أن يصل إلى 375 مليون طن متري بحلول العام 2030.[78] وترتبط هذه التقديرات لحجم سوق اللحوم المزروعة بعوامل عديدة، من بينها تقبل المستهلك للمنتجات وانخفاض أسعارها، في ظل سيناريو النمو المرتفع (فعلى سبيل المثال: يمكن للحوم المزروعة أن تحل محل مجموعة متنوعة من اللحوم المعالجة وشرائح اللحم الكاملة، خصوصاً في أكثر الدول استهلاكاً للحوم، مثل الصين والولايات المتحدة والاتحاد الأوروبي والبرازيل والهند). ومع ذلك، هناك مجموعة من المحللين ترى أن قطاع اللحوم المزروعة لن يتمكن من إنتاج كميات كبيرة ما لم تقرر الحكومات توفير الدعم المالي المطلوب.[79]

وقد أعلنت مؤسسة "غود فود انستيتوت" أن بعد فتح باب الاستثمار في اللحوم والمأكولات البحرية المزروعة في عام 2016، بلغ حجم التمويل الذي حصلت عليه هذه الشركات 2.8 مليار دولار، لتتضاعف الاستثمارات ثلاث مرات سنوياً في المتوسط.[80] غير أن هذا الاتجاه التصاعدي ما لبث أن تراجع في عام 2022، متأثراً بانخفاض وتيرة الاستثمار في قطاع تكنولوجيا الأغذية الزراعية والحبوب الكاملة، وقد أشار بعض الخبراء إلى أن تمويل الشركات الناشئة المتخصصة في إنتاج اللحوم والمأكولات البحرية المزروعة قد انخفض بمعدل 78% مقارنة بعام 2022.[81]

رأس المال التراكمي السنوي المستثمر في البروتينات البديلة، حسب نوع اللحوم



المصدر: تحليل مؤسسة "غود فود انستيتيوت" للبيانات المجمعة من شركة (PitchBook Data Inc) حتى عام 2022،[82] إلا أن هذه البيانات لم تخضع لمراجعة المحللين في شركة "بيتش بوك". ويتضمن إجمالي عدد الصفقات صفقات بمبالغ لم يتم الإفصاح عنها.[83]

أن حجم إنتاج اللحوم المزروعة سيبلغ 2.1 مليون طن متري بحلول عام 2030، لتصل قيمة السوق إلى 25 مليار دولار، وهو ما يعادل حوالي 0.56% من حجم الطلب العالمي

التكاليف والأسعار

شهدت تكنولوجيا إنتاج اللحوم المزروعة تقدماً ملحوظاً منذ تم عرض شريحة برجر من اللحوم المزروعة في المختبر لأول مرة بتكلفة وصلت إلى 300 ألف دولار في عام 2013،[84] وحتى يومنا هذا، حصلت 5 شركات عالمية على الموافقات اللازمة لطرح منتجاتها في الأسواق. تقع إحدى هذه الشركات في سنغافورة (شركة "غود ميت")[85]، وثلاث شركات في الولايات المتحدة الأمريكية (وهي "أب سايد فودز"، و"غود ميت"، و"جوين بيولوجيكس"[86] وهي الشركة المصنعة الشريكة لشركة "غود ميت"، وشركة في إسرائيل (شركة ألِف فارمز).[87] واليوم تُباع في سنغافورة أسياخ الدجاج (المزوجة بالصويا) مقابل 3.10 دولار، إلا أن هذا المنتج يتوفر في الأسواق بشكل محدود شهرياً.

وفي حين يعمل الباحثون والمؤسسات على تحليل تكاليف الإنتاج الضخم للحوم المزروعة،[88] تتمثل العوامل الرئيسية المؤثرة في تحديد التكاليف في ارتفاع أسعار وسائط زراعة الخلايا وإنتاج المفاعلات الحيوية.[89] وقد سعت دراسة حديثة إلى تحديد تكلفة إنتاج اللحوم المستنبتة من الخلايا الحية في إحدى منشآت الإنتاج الضخم والتي تنتج 540 ألف كيلوغرام من اللحوم سنوياً، فبلغت التكلفة الإجمالية المتوقعة للإنتاج 34.9 مليون دولار في السنة، أي 95.685 دولاراً في اليوم الواحد،[90] وتوقعت أن يبلغ سعر الجملة للحوم المزروعة 63 دولاراً للكيلوغرام الواحد، الأمر الذي يجعلها قادرة على المنافسة في الأسواق المتخصصة فقط، مقارنة باللحوم التقليدية. وقد تم احتساب التكاليف مع اعتبار أن هذه المنشآت مجهزة بأحدث التقنيات التي تشبه إلى حد كبير تقنيات مصانع إنتاج الأدوية، إلا أن بعض الشركات الجديدة في السوق تستخدم التكنولوجيا المعتمدة على التخمير، الأمر الذي يساعد في خفض التكاليف.

وتستثمر أغلب شركات إنتاج اللحوم المزروعة في البحث والتطوير في مجالات التكنولوجيا المحسّنة، فيما يستثمر عدد قليل منها في بناء مصانع مجهزة للإنتاج الضخم نتيجة ارتفاع تكاليف نفقات رأس المال.[91]

وكأي قطاع ناشئ آخر، تم إجراء دراسات لتقييم دورة حياة هذه التكنولوجيا المبتكرة[92] بالاستناد إلى البيانات المحدودة المتاحة، مع الأخذ بعين الاعتبار أن التكنولوجيا ما تزال قيد التطوير، وأن ذلك يؤثر في كفاءة الإنتاج وتكلفته.

الإيجابيات

- تعزيز الأمن الغذائي
- تفادي ذبح الحيوانات
- تخفيف الضغط عن الأراضي المستخدمة لتربية الحيوانات
- خفض انبعاثات الكربون وغازات الدفيئة (نتيجة التطور التكنولوجي)
- تلبية طلب المستهلكين على الغذاء الصحي والمستدام
- تعزيز التحول لاستخدام الطاقة المتجددة

العوائق

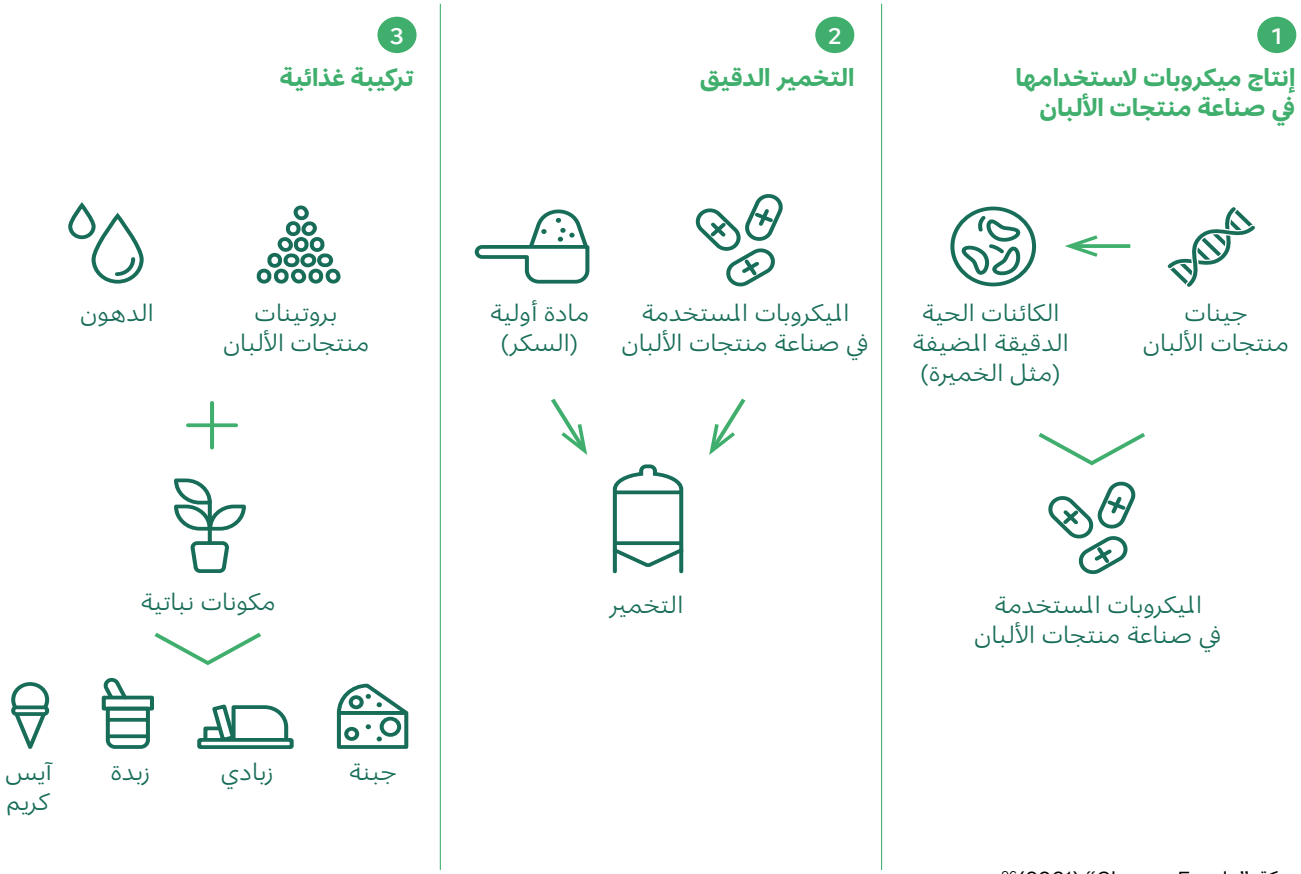
- نقص التمويل الكافي (سواء في مجال البحوث أو البنية التحتية)
- نقص المفاعلات الحيوية
- تقبّل المستهلك للمنتجات ثقافياً ودينياً ومن ناحية الصحة والسلامة
- تأثر قطاع تربية الحيوانات التقليدي (مما قد يؤدي إلى خلل في النظام المجتمعي القائم)
- نقص المهارات (الحاجة إلى قوى عاملة تتمتع بمؤهلات عالية، وتطوير مناهج جامعية متخصصة)
- ارتفاع تكاليف الإنتاج (بشكل أساسي نتيجة تكاليف وسائط نمو المنتجات المزروعة والبنية التحتية الضرورية)
- عدم الحصول على موافقات الجهات التنظيمية المعنية
- عدم وضوح الأثر البيئي لهذه المنتجات (خصوصاً فيما يتعلق بزيادة استخدام المياه الزرقاء، وتشبع المياه العذبة بالعناصر الغذائية، والطلب على الطاقة)

1.2.3 التخمير الدقيق

تشمل عملية التخمير الدقيق[93] استخدام كائنات حيّة دقيقة لإنتاج مكونات غذائية محددة عبر خطوات قائمة على الهندسة الوراثية والتخمير.

يمكن استخدام التخمير الدقيق في إنتاج مكونات ذات قيمة عالية من شأنها تحسين الخصائص الحسيّة والسمات الوظيفية للمنتجات النباتية أو اللحوم المزروعة، لا سيما مع قدرتها على إنتاج البروتينات والفيتامينات والإنزيمات والأصباغ الطبيعية والدهون. كما يمكن استخدام التخمير الدقيق أيضاً في صناعة منتجات مثل بروتينات البيض، وبروتينات الألبان، والببسين، وبروتينات اللحوم الخالية من المشتقات الحيوانية، بما فيها الهيم، والدهون.[94]

يتطلب التخمير الدقيق[95] استخدام كائنات حيّة دقيقة مضيفة، كالبكتيريا أو الفطريات، وتأمين بيئة ملائمة للاستزراع تتيح لهذه الكائنات النمو، تماماً كما في إنتاج اللحوم المزروعة. كما يحتاج التخمير الدقيق إلى مفاعل حيوي يتحكم في درجة الحرارة ومختلف الظروف المحيطة، بينما تشمل المرحلة الأخيرة عملية المعالجة النهائية ومن ثمّ استخراج المنتج وتنقيته



المصدر: شركة "Change Foods" (2021)[96]

تنقسم عملية التخمير الدقيق إلى صنفين، وهما التخمير الهوائي (يتطلب الأكسجين)، والتخمير اللاهوائي (لا يتطلب الأكسجين). بينما يمكن للتخمير الهوائي تحقيق عائدات أكبر مع انخفاض معدل المنتجات الثانوية المضرّة الناتجة عنه، إلا أنه يتطلب إمداداً مستمراً بالأكسجين، وهو ما قد يؤدي إلى تكاليف باهظة. وبالمثل، في حين أن عملية التخمير اللاهوائي لا تتطلب الإمداد بالأكسجين مما يجعلها أكثر جدوى من الناحية الاقتصادية، إلا أن هذه العملية تتسبب في إطلاق غاز الميثان وغازات الدفيئة الأخرى كمنتجات ثانوية، مما يجعلها أقل مراعاة للبيئة.[97]

التسويق والتنظيم

حظيت تكنولوجيا التخمير الدقيق باهتمام عالمي واسع، نظراً إلى دورها في إنتاج بدائل البيض ومنتجات الألبان، وما تزال الجهود البحثية والتطورات التكنولوجية المتسارعة تدفع عجلة تطور هذه التكنولوجيا المبتكرة في إنتاج الغذاء، فهناك حاليا نحو 60 شركة تستخدم تكنولوجيا التخمير الدقيق لإنتاج البروتينات البديلة.[98] كما أن هناك بعض الشركات في السوق الأمريكي قد نجحت في إنتاج بروتين مصل اللبن، في حين ما تزال عملية إنتاج بروتين "الكازين" عبر التخمير الدقيق قيد التطوير.[99] ووفقاً لأحدث البيانات التي نشرتها منصة "كاباسيتور" (قاعدة البيانات العالمية المجانية المتخصصة في تحديد القدرة الإنتاجية لعمليات التصنيع)، تتمتع أوروبا بمكانة رائدة في هذا القطاع من حيث عدد الشركات وقدرة المفاعلات الحيوية، حيث تم تحميل نحو 21.7 مليون لتر (في قاعدة البيانات) عبر 85 منشأة. في حين تم تحميل نحو 1.5 مليون لتر فقط عبر 27 منشأة في منطقة آسيا والمحيط الهادئ. إلا أنه من المتوقع أن يرتفع هذا العدد مع تطور التصنيع الحيوي وإنشاء منظمات تطوير العقود والتصنيع في المنطقة.[100]

وفي دولة الإمارات، يتم حالياً بناء أول مصنع للتخمير الدقيق في أبوظبي بواسطة شركة "تشينج فودز" (Change Foods)، وهي شركة أمريكية متخصصة في صناعة الألبان البديلة، بعد أن أبرمت اتفاقية مع مجموعة "كيزاد" (مناطق خليفة الاقتصادية أبوظبي). وتتوقع الشركة أن تبلغ القدرة الإنتاجية للمصنع 1.2 مليون لتر من منتجات الألبان الخالية من المشتقات الحيوانية، مما يسهم في الاستغناء عن إنتاج 10 آلاف بقرة من الألبان (بحسب تقديرات الشركة) بحلول عام 2027.[101]

> **تتمتع أوروبا بمكانة رائدة في هذا القطاع من حيث عدد الشركات وقدرة المفاعلات الحيوية**

تخمير الكتلة الحيوية

وإلى جانب التخمير الدقيق، هناك أيضاً تقنية "تخمير الكتلة الحيوية" التي تتيح لنا إنتاج البروتينات من مختلف المكونات حتى من مجرد الهواء الذي نتنفسه، حيث تكون الكائنات الدقيقة التي يتم إنتاجها خلال هذه العملية هي ذاتها مكونات تلك البروتينات البديلة.[102] وتستخدم شركة "سولار فودز" (Solar Foods) غازات مختلفة لتخمير البكتيريا التي يمكن تجفيفها بعد ذلك وتحويلها إلى مادة شبيهة بالمسحوق (سولين) التي تحتوي 65 – 70% منها على البروتين، و5 – 8% دهون (الدهون غير المشبعة بشكل أساسي)، و10 – 15% ألياف غذائية، و3 – 5% عناصر غذائية معدنية، مع العلم أن تركيبة المغذيات الكبرى في الخلايا تشبه إلى حد كبير تركيبة الصويا المجففة أو الطحالب. ومع أن الطرق التقليدية في التخمير قد عرفها الإنسان منذ آلاف السنين، إلا أن استخدام عملية التخمير الدقيق في إنتاج الطعام بهذا الشكل يعد أسلوباً مستجداً نسبياً.[103]

نمو السوق

تأسست 57% من الـ 136 شركة متخصصة في تخمير البروتينات البديلة على مدى السنوات الثلاث الماضية فقط، بينما لم تتوفر منتجات الألبان الخالية من المشتقات الحيوانية للمستهلكين إلا في عام 2020.[104]

وتُقدر إجمالي الاستثمارات في هذا القطاع بحوالي 5 مليارات دولار بين عامي 2016 و2022، تم استثمار 842 مليون دولار منها في عام 2022 وحده، في حين بدأت بعض شركات الأغذية الكبرى في تجربة إطلاق منتجات تحتوي على ألبان خالية من المشتقات الحيوانية.[105]

وقد نشرت شركة "الايد ماركت ريسيرش" مؤخراً تقريراً حول هذا القطاع وتوقعات نموه.[106] ووفقاً لهذا التقرير، فقد حققت صناعة التخمير الدقيق حول العالم إيرادات بلغت 1.3 مليار دولار في عام 2021، ويتوقع أن تصل إيراداتها إلى 34.9 مليار دولار بحلول عام 2031، وذلك بمعدل نمو سنوي مركب يبلغ 40.5% بين عامي 2022 و2031.[107]

التكاليف والأسعار

ما تزال تكلفة إنتاج البروتينات البديلة باستخدام التخمير الدقيق مرتفعة بسبب ارتفاع أسعار أجهزة التخمير؛ فقد أشار مقال نشرته مجلة "ذي إيكونوميست" مؤخراً إلى أن سعر جهاز التخمير الذي يتسع لحوالي 30 لتراً من الحليب قد يبلغ 150 ألف جنيه إسترليني (ما يعادل 190 ألف دولار). وفي المقابل، لا تتجاوز تكاليف تربية بقرة قادرة على إنتاج الكمية نفسها من الحليب في يوم واحد 1600 جنيه إسترليني.[108] وتشير التقديرات التقريبية إلى أن سعر كيلوغرام واحد من أحد أنواع الجزيئات المنتجة بواسطة التخمير الدقيق يبلغ 100 دولار، في حين أن سعر "الكازين" أو "بروتين مصل اللبن" الذي يتم إنتاجه بطرق تقليدية لا يتعدى 10 دولارات للكيلوغرام الواحد. ورغم ذلك، تثق بعض الشركات في قدرتها على منافسة البروتينات الحيوانية في السوق بحلول العام 2025، بل وانخفاض سعر منتجاتها عنها بنحو عشر مرات بحلول عام 2035.[109]

الإيجابيات

- تحقيق الأمن الغذائي
- عدم الحاجة إلى ذبح الحيوانات
- تلبية طلب المستهلكين المتزايد على الغذاء الصحي (رغم عدم معرفة المستهلك بعملية التخمير الدقيق بنحو كافٍ)
- تقليل استخدام المياه في مرحلة الإنتاج
- تحقيق الاستدامة (الاجتماعية والبيئية)
- استخدام تكنولوجيا جديدة للحد من الأثر البيئي
- خفض تكاليف الوسائط الملائمة لنمو اللحوم والمأكولات البحرية المزروعة

العوائق

- نقص التمويل الحكومي
- نقص المفاعلات الحيوية
- تأثر قطاع تربية الحيوانات التقليدية (مما قد يؤدي إلى خلل في النظام المجتمعي)
- ثقة المستهلكين
- نقص المهارات (الحاجة إلى قوى عاملة تتمتع بمؤهلات عالية، وإلى اعتماد مناهج جامعية لإعداد متخصصين في هذا القطاع)
- ارتفاع أسعار المنتجات، مما يحد من قدرتها التنافسية
- عدم وضوح التشريعات ذات الصلة

الاعتبارات الصحية المتعلقة بالبروتينات البديلة

تتزايد وتيرة الإصابة بالأمراض غير المعدية حول العالم والتي تودي بحياة نحو 41 مليون شخص سنوياً، وتعد اللحوم الحمراء (لحم البقر ولحم الضأن والعجل) واللحوم المعالجة (التي تشمل مستويات عالية من الملح أو المواد الحافظة الكيميائية أو كلاهما، مثل اللحم المقدد والنقانق والسجق) من الأطعمة المرتبطة ارتباطاً كبيراً بهذا النوع من الأمراض. وفي الوقت نفسه، لا شك أن هناك تأثير إيجابي للحوم في صحة الإنسان، لا سيّما أنها مصدر غني بالبروتين.

أما فيما يتعلق بالبروتينات البديلة، فلم تتبلور حتى الآن رؤية مشتركة ولا يوجد توافق بشأن أفضليتها من الناحية الصحية، وذلك بسبب نقص البيانات،[110] بما فيها البيانات المتعلقة بكمية السعرات الحرارية، ومحتوى البروتين، والحديد، والصوديوم والمواد المضافة (كالمواد الملونة والمنكهات والمواد الكيميائية المستخدمة كمضافات غذائية حسب تصنيف الاتحاد الأوروبي وأستراليا والتي يشار إليها في قائمة المكونات بحرف E).

لكن الاعتبارات المتعلقة بالمنتجات الفردية ستفتقد الكثير من الدقة إذا لم يتم الأخذ بعين الاعتبار الأنماط الغذائية بشكل أكثر شمولية،[111] إذ يمكن ربط فوائد البروتينات البديلة - عند مقارنتها باللحوم التقليدية - بمقاومة المضادات الحيوية وتفشي الأمراض حيوانية المنشأ، إذ "لا تتطلب البروتينات البديلة مضادات حيوية لإنتاجها، كما هو الحال في اللحوم التقليدية، وبالتالي فإنها لا تسهم في تكاثر الكائنات الحية الدقيقة المقاومة للمضادات الحيوية.[112]

كما أنه يمكن تعديل مستويات الكولسترول والدهون عند إنتاج اللحوم المزروعة، مع ملاحظة أن ذلك قد يؤدي ذلك إلى تغيّر قيمتها الغذائية. وقد حذر المجتمع العلمي في العديد من المناسبات من ارتباط زيادة تفشي الأوبئة وانتشار الأمراض حيوانية المنشأ بزيادة الطلب على الإنتاج الحيواني،[113] فوفقاً لبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، فإن الطلب المتزايد على البروتين الحيواني، وزيادة الزراعة المكثفة وغير المستدامة من العوامل التي تؤدي إلى زيادة ظهور الأمراض حيوانية المنشأ.[114] وتشير التقديرات منذ عام 1940 إلى أن عمليات الزراعة المكثفة قد ارتبطت بشكل كبير بما يزيد عن 25% من جميع الأمراض المعدية وأكثر من 50% من الأمراض حيوانية المنشأ التي ظهرت بين البشر.[115]

يشهد العالم توجهاً متزايداً نحو تعزيز الأنظمة الغذائية الصحية ودعم المجتمعات التي تواجه تحديات في الوصول إلى المنتجات الغذائية الصحية. وفي هذا الإطار، أطلقت دولة الإمارات العربية المتحدة في يونيو 2023 الاستراتيجية الوطنية للتغذية 2022-2030 [116] التي تهدف إلى إرساء نظم غذائية مستدامة، وتوفير بيئات آمنة وداعمة للتغذية في جميع الأعمار. [117]

"حققت صناعة التخمير الدقيق حول العالم إيرادات بلغت 1.3 مليار دولار في عام 2021، ويتوقع أن تصل إيراداتها إلى 34.9 مليار دولار بحلول عام 2031

2. المرحلة القادمة والفرص المستقبلية[118]

إن جميع أنواع البروتينات البديلة التي تناولها هذا التقرير، بما فيها اللحوم النباتية واللحوم والمأكولات البحرية المزروعة والبروتينات الناتجة عن عمليات التخمير الدقيق، **تتمتع بإمكانيات هائلة من شأنها أن تسهم في تعزيز استدامة النظم الغذائية.** وسوف نستعرض خلال الفقرات التالية الفرص الواعدة التي يمكن أن تنشأ من خلال الاستثمار في قطاع البروتينات البديلة.

وفي كل الحالات يتعين علينا العمل معاً وتوحيد الجهود من أجل اعتماد السياسات العامة، وإنشاء صناديق تمويل البحث والتطوير، وتعزيز الاستثمار في البنية التحتية، بالإضافة إلى إعداد برامج جامعية متخصصة، لكن في البداية، من الضروري تطوير النظام التشريعي الحالي لضمان ازدهار منظومة البروتينات البديلة ككل.

2.1 ماذا لو أصبحت زراعة اللحوم في متناول الجميع؟

لحوم مزروعة في المنزل (فرصة بعيدة الأمد[119])

سيتمكّن الأفراد من استخدام مفاعلات حيوية شخصية متنقلة لإنتاج الطعام في منازلهم، بينما تعتمد المنازل على مصادر الطاقة المتجددة للحد من استهلاك الطاقة والحفاظ على الموارد والبيئة؛ أي أن منازل المستقبلي ستمكّن الأسر والعائلات من تصنيع طعامهم المبتكر بأنفسهم.

الإيجابيات

- القدرة على تصميم المنتجات الغذائية وفق المتطلبات الصحية الشخصية
- تعزيز الوعي حول كيفية استهلاك الطاقة واستخدام الموارد في المنزل وتعزيز الاستدامة
- التقليل من هدر الطعام

المخاطر

- تحمّل المستهلكين والمصنعين المسؤولية في حال تعرّض الطعام للتلوّث
- التأكد من الالتزام بمعايير الصحة والسلامة في كل أنحاء العالم للتمكن من بيع وسائط النمو والخلايا والبكتيريا عبر الإنترنت لأفراد المجتمع
- زيادة نسبة استهلاك الأسر للطاقة

التوجهات العالمية الكبرى

- إدارة النظم البيئية

الاتجاهات السائدة

- إطالة العمر وجودة الحياة
- التكنولوجيا الصحية
- تحول قطاع الطاقة
- التوسع الحضري

القطاعات المتأثرة

- السلع الاستهلاكية والخدمات وتجارة التجزئة
- الصحة والرعاية الصحية
- المواد المتقدمة والتقنيات الحيوية
- التقنية الغامرة

> **منازل المستقبلي ستمكّن الأسر والعائلات من تصنيع طعامهم المبتكر بأنفسهم.**

الوضع الحالي

تتطلب عملية إنتاج منتجات الزراعة الخلوية على نطاق واسع استثمارات هائلة،[120] وقد تستغرق تلك المنتجات وقتاً طويلاً قبل أن تتوفر للجمهور في الأسواق، لكن في الوقت ذاته تسعى العديد من الشركات المتخصصة إلى تقديم حلول أسرع من خلال ابتكار مفاعلات حيوية صغيرة متنقلة يمكن للجميع استخدامها في إنتاج كميات أقل، أي بما يكفي لاستخدامات المنازل أو المطاعم مثلاً.[121] ولتحقيق ذلك، يجب وضع معايير وتشريعات تضمن الاستخدام الآمن للمفاعلات الحيوية، وتخفيض سعر وسائط نمو الخلايا لتسهيل إتاحتها للجميع (ربما يمكن أن تتراوح التكلفة بين 0.6 دولار و10 دولار لكل لتر من اللحوم المنتجة)،[122] كما يجب أيضاً إعداد فنيين مؤهلين لتركيب هذه الأجهزة وصيانتها.

عملياً، يمكن للمفاعل الحيوي المتنقل بسعة 1 لتر إنتاج 10 جرام من اللحوم خلال أسبوعين. مع الحفاظ على درجة الحرارة عند 37 درجة مئوية، وتوفير ما تحتاجه من المياه العذبة، مع العلم أن سعر مفاعل حيوي واحد مؤلف من وحدتين يصل حالياً إلى حوالي 5000 دولار.[123]

ويمكن للطاقة المتجددة أن تؤدي دوراً فاعلاً في تخفيض تكاليف تشغيل المفاعلات الحيوية في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقيا، حيث تُعتبر تكلفة استهلاك الطاقة في المنازل والمباني التجارية مرتفعة نسبياً،[124] من خلال ضمان استمرارية إمداد المنازل بالطاقة المتجددة بشكلٍ منهجي (بما فيها الطاقة الشمسية والمضخات الحرارية ونحوها).

الفرصة المستقبلية خلال 20 عاماً

منازل المستقبل[125] قد تمكّن الأسر من صناعة طعامها، وإنتاج مياهها، وتحضير أدويتها بالاستفادة من الطاقة المُنتَجة في المنازل.

وستتمكّن كل أسرة من الاختيار من بين البكتيريا والخلايا ووسائط النمو المتاحة في السوق لاستخدامها في مفاعلها الحيوي المتنقل، غير أن مثل هذا الابتكار سيتطلب زيادة الوعي حول قيمة التغذية وحول مبادئ الصحة والسلامة المتعلقة بالغذاء. وسنشهد بذلك نقلة نوعية من مفهوم الغذاء التقليدي إلى مفاهيم التغذية المتطوّرة.

بهذه الطريقة سيتمكن الأفراد من استخدام المفاعلات الحيوية المتنقلة لإنتاج كميات الطعام المطلوبة فقط، وهو ما يقلّل من هدر الطعام، ويحد من الأثر البيئي المرتبط بسلاسل التوريد العالمية التي تشمل عمليات الشحن بالسفن والنقل بالشاحنات، (وكذلك الانبعاثات الناتجة عن التبريد)، وهو ما يعود بالكثير من الفوائد البيئية، ومن بينها الحد من انبعاثات غاز الميثان من مكبّات النفايات وخفض البصمة الكربونية.[126] ومن الممكن أيضاً بناء مفاعلات حيوية متوسطة الحجم في مختلف المناطق في المدن، ممّا يوفر مصدراً للدخل وفرص عمل لأفراد المجتمع، بشكل يشبه المزارع التجارية التقليدية.

هذه الفرصة ستتيح للجميع الإسهام في سلسلة إنتاج الغذاء، بما يؤدي إلى الحد من تقلّبات أسعار المواد الغذائية، ويعزز القدرة على تحمّل تكاليف الغذاء ودعم الأمن الغذائي.

2.2 ماذا لو أنتجنا الغذاء دون الحاجة للزراعة وفي أي ظروف مناخية؟

بروتينات هوائية (فرصة تحوّلية)

الإيجابيات

- الحد من استنزاف موارد كوكب الأرض وتنوّع استخدام الموارد الطبيعية
- تعزيز قدرة المناطق المحتاجة للغذاء على إنتاج غذائها الخاص

المخاطر

- احتمال حدوث اضطرابات في المناطق الريفية
- زيادة الاعتماد على التكنولوجيا
- زيادة استخدام أنظمة الطاقة

التوجهات العالمية الكبرى

- حماية النظم البيئية

الاتجاهات السائدة

- إطالة العمر وجودة الحياة
- التكنولوجيا الصحية
- الغذاء والماء والطاقة

القطاعات المتأثرة

- الزراعة والغذاء
- السلع الاستهلاكية والخدمات وتجارة التجزئة
- المواد المتقدمة والتقنيات الحيوية
- الصحة والرعاية الصحية
- تكنولوجيا المعلومات والاتصالات

”تحويل البكتيريا والميكروبات التي لا يمكن رؤيتها بالعين المجرّدة إلى مصدر للبروتينات الغذائية، وإنتاجها باستخدام الأكسجين وثاني أكسيد الكربون، مع الاعتماد على الطاقة المتجددة.

الوضع الحالي

يعتمد نظامنا الغذائي بشكلٍ أساسي على 12 محصولاً و5 حيوانات،[127] مما يهدد باستنزاف الموارد الطبيعية على كوكب الأرض. ولذلك، نشهد الكثير من الجهود لتطوير منظومة الغذاء والحد من هذا الاستنزاف، مع التركيز بشكل كبير على تعزيز قدرة المحاصيل على التكيّف مع ظروف المناطق المتضررة مناخياً، وتطوير محاصيل تتحمل الملوحة.[128]

وفي إطار البحث عن مصادر جديدة للغذاء. بدأ العالم في اعتماد طرقٍ جديدة لإنتاج الغذاء لا تعتمد على الزراعة أو الطقس أو المناخ. وشهدت الأسواق طرح حلول مبتكرة مثل البروتينات المنتجة من الهواء باستخدام الطاقة المتجددة.[129] فعلى سبيل المثال، تمكنت شركة فنلندية من اختراع مادة تُعرف باسم "السولين" تتكون من كائنات دقيقة وحيدة الخلية تنمو في عملية تخمير للمادة الحيوية بالاستناد إلى مفهوم طوّرته وكالة "ناسا" في ستينيات القرن الماضي. وفي هذه العملية، تتحلل المياه باستخدام الطاقة المتجددة إلى هيدروجين وأكسجين، ويتم تغذية الخلايا بثاني أكسيد الكربون والهيدروجين والمواد المعدنية المغذية.[130]

إن إنتاج البروتينات الغذائية من الهواء يمكن أن يتم عبر عمليات غير مركزية يمكن تنفيذها في أي مكان في العالم بصرف النظر عن الظروف المناخية السائدة في المنطقة، بما في ذلك مختلف البيئات الطبيعية بدءاً من الصحراء وحتى الغابات.

أما في مجال اللحوم والمأكولات البحرية المزروعة، فتدرس الشركات أيضاً إمكانية إعداد الأطعمة من فصائل الحيوانات المنقرضة (مثل طائر الدودو المنقرض). وقد أنتجت شركة أسترالية مؤخراً كرات لحم من حيوان الماموث،[131] إلا أنه من الضروري إجراء المزيد من التحليلات العلمية للوقوف على أثر المواد المسببة للحساسية الموجودة في هذه اللحوم الجديدة وتأثيراتها المحتملة على صحة الإنسان.

الفرصة المستقبلية خلال 10 سنوات

فكرة إنتاج طعام من الهواء تعد من الحلول المبتكرة غير المسبوقة لتوفير الغذاء للأفراد الذين يعانون من عدم توفر المواد الغذائية أو من سوء التغذية حول العالم؛ فعدم اعتماد إنتاج الغذاء على الظروف المناخية سيعزز بشكل كبير الأمن الغذائي لمعظم المجتمعات المحتاجة. وكما هو الحال مع الأغذية المُعدّة حسب الطلب، يمكن نقل المفاعلات الحيوية المتنقلة إلى المناطق التي تعاني من المجاعات، كما يمكن العثور على المزيد من أنواع البكتيريا القادرة على إنتاج البروتينات من الغازات المحيطة بنا في الجو. ومن ناحية أخرى، فإن هذه التقنيات الحديثة ستدعم النمو الاقتصادي عن طريق تقليل الاعتماد على استيراد المواد الغذائية من الخارج.

أما إنتاج اللحوم المزروعة من خلايا الحيوانات المنقرضة - لو تم تقبله من الناحية الثقافية والاجتماعية - فقد يشكّل فرصة حقيقية في مناطق معيّنة. كما يُمكن أن تسهم البحوث حول المواد المسببة للحساسية في هذه اللحوم في إثراء الدراسات التي تبحث في أسباب انتقال الأمراض بين الحيوانات والبشر.

2.3 ماذا لو أنتجنا كميات هائلة من الجلود باستخدام خلية واحدة فقط من بقرة حية؟

زراعة خلوية في عالم الأزياء (فرصة تحوّلية)

سيمكننا إنتاج بديل للجلود الحيوانية عبر تكنولوجيا زراعة الخلايا، وستوفر الجلود المزروعة للمستهلكين مزيجاً من الراحة والمرونة والمزايا غير المسبوقة، التي يمكن الاستفادة منها وتوسيع نطاقها في العديد من القطاعات والصناعات بدءاً من الأزياء والإكسسوارات وصولاً إلى صناعة السيارات.

الإيجابيات

- الحد من ذبح الحيوانات لإنتاج السلع الجلدية
- تحقيق أثر إيجابي في البيئة

المخاطر

- زيادة استهلاك الطاقة
- احتمال حدوث اضطراب في مجال صناعة الجلود التقليدية

التوجهات العالمية الكبرى

- إدارة النظم البيئية

الاتجاهات السائدة

- المواد الجديدة
- استعادة الطبيعة

القطاعات المتأثرة

- السلع الاستهلاكية والخدمات وتجارة التجزئة
- المواد المتقدمة والتقنيات الحيوية

”من الممكن إنتاج مليارات الأقدام المربعة من الجلد باستخدام خزعة واحدة من بقرة حية من دون إلحاق أي أذى أو ضرر بها

الوضع الحالي

"أشارت التقديرات إلى أن حجم سوق السلع الجلدية العالمية بلغ 420 مليار دولار في عام 2022، ومن المتوقّع أن يصل إلى حوالي 735 مليار دولار بحلول عام 2032، أي بمعدل نمو سنوي مركّب يبلغ 5.76٪ من عام 2023 إلى عام 2032.[132] كما تشير التقديرات إلى أنه يتم ذبح حوالي مليار حيوان[133] حول العالم سنوياً لإنتاج السلع الجلدية. ومع زيادة عدد سكان العالم وارتفاع الطلب على المنتجات الجلدية الفاخرة، ستقدم زراعة الخلايا بديلاً مستداماً للجلود الحيوانية التقليدية، ليس فقط في عالم الأزياء وإنما في القطاعات الأخرى مثل صناعة السيارات.

فزراعة الخلايا ستمكننا من إنتاج جلودٍ تتمتع بأسطح خالية من العيوب ولا تحتاج إلى الخياطة، حيث يُمكن من خلال هذه التكنولوجيا، من الناحية النظرية، إنتاج جلود بأي حجم وشكل (وعمق).[134]

الفرصة المستقبلية خلال 10 سنوات

من الممكن إنتاج مليارات الأقدام المربعة من الجلد باستخدام خزعة واحدة من بقرة حية من دون إلحاق أي أذى أو ضرر بها، لينمو بعد ذلك الجلد في مفاعلات حيوية بالكميات المطلوبة فقط، مما يُبسّط عملية الدباغة ويقلّل تأثيرها البيئي.[135] ومع استخدام الطاقة المتجددة لتشغيل المفاعلات الحيوية، تُوفّر الجلود المزروعة في المختبر حلاً أكثر استدامة عبر تسهيل عملية الدباغة وتقليل استهلاك المواد أثناء عملية التصنيع.[136]

> **كما تشير التقديرات إلى أنه يتم ذبح حوالي مليار حيوان حول العالم سنوياً لإنتاج السلع الجلدية. ومع زيادة عدد سكان العالم وارتفاع الطلب على المنتجات الجلدية الفاخرة**

2.4 ماذا لو بنينا مصانع أغذية في الفضاء تعمل بالطاقة المتجددة؟

غذاء فضائي (فرصة طويلة الأمد)

يمكن لروّاد الفضاء أن يصنعوا طعامهم في مفاعلات حيوية متنقلة ومستدامة أثناء رحلاتهم إلى المريخ، كما يمكن أيضاً إطلاق مركبات فضائية تعمل بالطاقة الشمسية في مدار محدد لإنتاج الغذاء في الفضاء.

الإيجابيات

- إتاحة الغذاء للجميع
- تطوير تقنيات للإنتاج الغذائي المستدام
- دعم النشاط الفضائي والإسهام في نموه

التوجهات العالمية الكبرى

- تطور تقنيات الطاقة

القطاعات المتأثرة

- الزراعة والغذاء
- المواد المتقدمة والتقنيات الحيوية
- السيارات والفضاء والطيران

المخاطر

- وقوع أضرار بدون قصد أو من صنع الإنسان (كتأثير الحطام الفضائي مثلاً) في مرافق إنتاج الغذاء في الفضاء
- الإخلال بأنظمة الزراعة المتقدمة على كوكب الأرض، ومستقبل العاملين أيضاً في هذا القطاع
- صعوبات في مراقبة عملية الإنتاج وتحديد الجهات المسؤولة في حال وقوع حوادث متعلقة بالصحة والسلامة

الاتجاهات السائدة

- مستقبل الفضاء
- تحول قطاع الطاقة
- الغذاء والماء والطاقة

تدرس وكالات الفضاء الدولية والوطنية طرقاً جديدة لإنتاج غذاء يتّسم بخصائص مقاوِمة لتأثير الجاذبية الصغرى في الفضاء ويلبّي الاحتياجات الغذائية لروّاد الفضاء .

الوضع الحالي

تدرس وكالات الفضاء الدولية والوطنية طرقاً جديدة لإنتاج غذاء يتّسم بخصائص مقاوِمة لتأثير الجاذبية الصغرى في الفضاء ويلبّي الاحتياجات الغذائية لروّاد الفضاء.[137]

ويسعى مركز محمد بن راشد للفضاء في دولة الإمارات من خلال مشروع "المريخ 2117" إلى تطوير القدرة العلمية التي ستمكّن البشر من إقامة مستعمرات على المريخ خلال الأعوام الـ 100 القادمة، بما في ذلك قدرتهم على إنتاج الغذاء،[138] إذ تُجرى أبحاث مكثّفة حول تكنولوجيا التخمير الدقيق واللحوم والمأكولات البحرية المزروعة، للوقوف على مدى جدوى إنتاجها في الفضاء، وخاصةً خلال البعثات الطويلة.[139]

الفرصة المستقبلية خلال 10 سنوات

إنشاء نظام غذائي متجدّد في الفضاء سيخفّف من الضغوطات التي يتعرض لها كوكب الأرض، فقد تحلّ المصانع الفضائية المعتمدة على الطاقة المتجددة محل مصانع المواد الغذائية التقليدية على الأرض. كما ستتيح الابتكارات في مجال علوم المواد والتصنيع المتقدم وتقنيات النانو والروبوتات تصميم مصانع فضائية متقدمة، كما تم بيان ذلك بالتفصيل في الفرصة رقم 48 من تقرير "الفرص المستقبلية: 50 فرصة عالمية 2023" الذي أصدرته مؤسسة دبي للمستقبل، وحملت الفرصة عنوان "تخزين الطاقة في الفضاء".[140]

هذه المشاريع ستفيد الجميع، ولذا من الأفضل أن تتولى إدارتها لجان دولية باعتبارها مشاريع تعاونية دولية مشتركة، وستُعتمد إدارة الموارد على الأرض وفق احتياجات الأفراد في كل منطقة، خصوصاً في المناطق المتأثرة بتداعيات التغير المناخي. كما أن إنشاء سلسلة قيمة جديدة لنقل الغذاء على الأرض ستسهم في تعزيز اقتصاد الفضاء، الذي حقق نمواً وصل إلى نحو 447 مليار دولار في عام 2022، مسجلاً بذلك ارتفاعاً ملحوظاً مقارنةً بنحو 280 مليار دولار في عام 2010، ويُتوقع أن يصل إلى تريليون دولار بحلول عام 2030 بفضل التقدم التقني المستمر والتطبيقات الجديدة المبتكرة.[141]

3. الملاحظات الختامية

تشهد منظومة البروتينات البديلة تطورات متسارعة وهناك العديد من الدول التي تسعى لريادة هذا القطاع بما في ذلك تطوير عمليات البحوث والتصنيع والتوزيع.

لكن هناك جوانب مختلفة يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار لضمان النمو المستدام لهذا القطاع؛ أولاً، يجب التأكد من تلبية المنتجات الغذائية الجديدة لجميع معايير الصحة والسلامة بعناية ودقة فائقة. ثانياً، يتعين وضع تشريعات مناسبة وتطوير مبادئ توجيهية واضحة تحكم جميع مراحل التسويق التجاري. ثالثًا، العمل على زيادة الاستثمارات والتمويل المخصص لدعم إنتاج البروتينات البديلة على نطاق واسع باستخدام التقنيات المستدامة (مثل الطاقة المتجددة). رابعاً، ضرورة تضمين المناهج الدراسية للمهارات الجديدة اللازمة للعمل في هذا القطاع. وأخيرا، التفاعل مع المستهلكين والتشاور معهم عن قرب لضمان ملاءمة المنتجات للجوانب الثقافية والاجتماعية المتنوعة، والتأكد من تلبية التكنولوجيا الجديدة لمتطلبات المجتمعات في جميع أنحاء العالم.

> **هناك جوانب مختلفة يجب أن تؤخذ بعين الاعتبار لضمان النمو المستدام لهذا القطاع**

جانب من معرض تذوق "طعام المستقبل" ضمن فعاليات منتدى دبي للمستقبل، 28 نوفمبر 2023

وتماشياً مع الاستراتيجية الوطنية للأمن الغذائي لدولة الإمارات العربية المتحدة 2051،[142] أطلقت دبي بالفعل العديد من المبادرات لدعم التقنيات الغذائية المبتكرة، مثل تسهيل إنشاء "وادي تكنولوجيا الغذاء"،[143] مما يسمح بإنشاء أول مرافق لتصنيع اللحوم النباتية في دولة الإمارات،[144] وتنظيم أكبر معرض لتذوق "طعام المستقبل" ضمن فعاليات منتدى دبي المستقبل 2023. ومن المتوقع أن ينمو عدد سكان دبي من 3.3 إلى 7.8 مليون نسمة بحلول عام 2040،[145] وتتطلع المدينة إلى إنشاء نظام غذائي مرن يتماشى مع الاستراتيجية الوطنية للأمن الغذائي لدولة الإمارات، ويلبي الطلب على الغذاء المستدام والصحي.

تعد بدائل البروتينات الحيوانية أحد أهم المحاور التي يدور حولها النقاش العالمي المتعلق بالأمن الغذائي والاستدامة. ويمكن لدبي، بفضل ما لديها من مواهب وتميزها في قطاعات الطاقة، والفضاء، وكذلك موقعها الجغرافي، أن يكون لها دور عالمي فعال ومؤثر في دفع عجلة تطور هذا القطاع.

> **وتماشياً مع الاستراتيجية الوطنية للأمن الغذائي لدولة الإمارات العربية المتحدة 2051، أطلقت دبي بالفعل العديد من المبادرات لدعم التقنيات الغذائية المبتكرة،**

مسرد المصطلحات

النُظم الغذائية الزراعية

تشمل النُظم الغذائية الزراعية جميع الأنشطة المتعلقة بالقطاع الزراعي، والعمليات التي تندرج ضمن إنتاج المنتجات الزراعية وتخزينها ونقلها وتوزيعها والتخلص منها، إلى جانب ما يرتبط بها من بيانات ونتائج، ومستهلكين، وموردين، وإدارة، وسياسات ونحوها.

التكنولوجيا الحيوية

تركز التكنولوجيا الحيوية على إعادة هندسة الكائنات الحيّة والمواد البيولوجية (على مستوى الجينات أو على المستوى الجزيئي)، واستخدامها لتطوير عمليات ومنتجات في مجالات عديدة مثل الرعاية الصحية، والأدوية، والمواد، والوقود، والزراعة، والأنظمة الغذائية.

الزراعة الخلوية

يُستخدم مصطلح "الزراعة الخلوية" عادةً للإشارة إلى إنتاج منتجات حيوانية المنشأ من خلايا حية، وليس مباشرةً من الحيوانات. وتجمع الزراعة الخلوية بين منهجيتين مختلفتين وهما زراعة الخلايا (وهي طريقة خلوية) والتخمير الدقيق (وهي طريقة غير خلوية)، رغم عدم اعتراف منظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة (الفاو) بها كفرع مستقل من العلوم.[146]

زراعة الخلايا

تتيح زراعة الخلايا زراعة الأسماك أو اللحوم مباشرةً من الخلايا المستخرجة بواسطة خزعة من حيوان حيّ أو مذبوح. وبعد استخراج الخلايا، يتم زراعتها في البداية في وسطٍ ملائم للنمو بكميات صغيرة، قبل نقلها إلى مفاعل حيوي مخصص لها.[147] وتُغذّى الخلايا في بيئة ملائمة وغنية بالأكسجين شبيهة بالبيئة التي تنمو فيها داخل جسم الحيوان، حيث تحتوي العناصر الغذائية الأساسية مثل الأحماض الأمينية والجلوكوز والفيتامينات والأملاح غير العضوية، مع دعمها باستمرار بعوامل النمو والبروتينات الأخرى.[148]

اللحوم المزروعة في المختبر

اللحوم المزروعة في المختبر، المعروفة أيضاً باسم اللحوم المُستنبتة، هي لحوم حيوانية (أي معتمدة في الأساس على الحيوانات البحرية واللحوم العضوية)، يتمّ إنتاجها عبر زراعة الخلايا الحيوانية مباشرةً في المختبر، وبهذه الطريقة، لن يحتاج الإنسان إلى تربية الحيوانات لتأمين غذائه. وتتكون اللحوم المزروعة من مجموعة متنوعة من الخلايا التي يمكن ترتيبها وفق بنية مشابهة للأنسجة الحيوانية، لتتمتع بنفس المزايا الحسية والغذائية الخاصة باللحوم التقليدية.[149]

التشبّع الغذائي

زيادة العناصر الغذائية الأساسية في المياه، وخاصةً مركبات النيتروجين والفوسفور، تسبب نمواً متسارعاً للطحالب وغيرها، مما يُحدث خللاً في توازن الكائنات الحيّة ونوعية المياه.[150]

الهيم

هو الجزء الذي يحتوي على الحديد في جزيء معين. فالهيم في الهيموجلوبين هو المركب المتواجد داخل خلايا الدم الحمراء، حيث يقوم بربط الأكسجين في الرئتين ونقله إلى الأنسجة.[151]

اللحوم النباتية

هي الأطعمة التي تحاكي منتجات اللحوم غير أنها مصنوعة من مصادر نباتية.[152]

التخمير الدقيق

تشمل عملية التخمير الدقيق[153] استخدام الكائنات الحيّة الدقيقة لإنتاج مكونات غذائية، من خلال الاستفادة من الهندسة الوراثية والتخمير.

شكر وتقدير

هذا التقرير من إعداد الزميلة **إيزابيلا بيرولو،** عضو في فريق أبحاث دبي للمستقبل في مؤسسة دبي للمستقبل، بالاستفادة من المساهمات القيمة للزملاء في مؤسسة دبي للمستقبل: **الدكتور باتريك نوك، ودكتور هبه شحادة، وليديا كامله، وفاطمة أبو الهول، وأروبا خالد، وإيمان القاضي، وأسماء الحامد، وياسمين صالح، وإيهاب خطاب؛** وكذلك الزملاء في مختبرات دبي للمستقبل: **خليفة القامة وسيفاج أوهانسيان.**

وتعمل مؤسسة دبي للمستقبل على مشاركة الرؤى المستقبلية والتقارير الاستشرافية باستخدام التحليل القائم على الأدلة والبيانات والتخيل، بما يمكّن الجهات المعنية من استشراف المستقبل والاستفادة من فرصه. للاطلاع على منشوراتنا، يرجى زيارة الرابط الإلكتروني التالي:
www.dubaifuture.ae/insights

ونتقدم بخالص التقدير لكل من أسهم في إثراء محتوى وتحرير هذا التقرير، ونخص بالشكر:

- **بوبي كريشنا ثولاسي،** أخصائي أول سلامة الأغذية - بلدية دبي
- **جاستن جوزيف،** تنفيذي مشاريع – صندوق حي دبي للمستقبل
- **ميرا الغزيري،** العضو المنتدب لشركة هيلثي باث
- **شون دي كلين،** مستشار استراتيجي أول – الأنظمة الغذائية والتمويل المبتكر والابتكار
- **مايكل كارتر،** تنفيذي السياسات – مؤسسة "جود فود انستيتيوت"
- **سونالي فيجويرا،** مؤسس شركة "جرين كوين"
- **كاثرين ماثيسن** – محررة
- **كريس شو** – محرر ومصحح
- كما نتقدم بالشكر للدعم المقدم من فريق عمل شركة **"سوب بوكس"** في المملكة المتحدة، وشركة **تنوين للترجمة** في دولة الإمارات.

لائحة المصادر

1 Ashwani, K. (2023) 'COP28 UAE: Dr Sultan Al Jaber unveils four-pillar action plan'. Khaleej Times, 13 July. www.khaleejtimes.com/cop/cop28-uae-dr-sultan-al-jaber-unveils-four-pillar-action-plan

2 Davis, B. et al. (2023) 'Estimating global and country-level employment in agrifood systems'. FAO Statistics Working Paper Series, Issue 23/34. www.fao.org/documents/card/en/c/cc4337en

3 UN News (2021) 'New FAO analysis reveals carbon footprint of agri-food supply chain'. 8 November. https://news.un.org/en/story/2021/11/1105172#

4 FAO has analysed in detail the GHG contribution of AFS: 7.2Gt CO_2 eq. yr^{-1} (corresponding to roughly 14% at the time) came from within the farm gate, 3.5Gt CO_2 eq. yr^{-1} from land-use change and 5.8Gt CO_2 eq. yr^{-1} from supply-chain processes. All data are available in: Tubiello F.N. et al. (2022) 'Pre- and post-production processes increasingly dominate greenhouse gas emissions from agri-food systems'. *Earth System Science Data*, 14(4): 1795–1809. https://doi.org/10.5194/essd-14-1795-2022

5 Blaustein-Rejto, D. and Gambino, C. (2023) 'Livestock don't contribute 14.5% of global greenhouse gas emissions'. The Breakthrough Institute, 20 March. https://thebreakthrough.org/issues/food-agriculture-environment/livestock-dont-contribute-14-5-of-global-greenhouse-gas-emissions#:~:text=In%20short%2C%20livestock%20production%20appears,land%2C%20or%20land%2Duse%20change

6 OECD and FAO (2021) 'OECD–FAO agricultural outlook 2021–2030'. Paris, OECD Publishing. www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/oecd-fao-agricultural-outlook-2021-2030_19428846-en

7 UN (n.d.) 'Population'. www.un.org/en/global-issues/population#:~:text=The%20world%20population%20is%20projected,surrounding%20these%20latest%20population%20projections (accessed 26 July 2023)

8 FAO and WHO (2023) 'Food safety aspects of cell-based food'. Rome, FAO and WHO. www.fao.org/3/cc4855en/cc4855en.pdf

9 This report will not investigate entomophagy (the practice of eating insect-based proteins). For more on this area, see: Dubai Future Foundation (2023) 'Future Opportunities Report: The Global 50'. www.dubaifuture.ae/wp-content/uploads/2023/04/THE-GLOBAL-50-EN.pdf

10 National Geographic (n.d.) 'Food'. https://education.nationalgeographic.org/resource/food/ (accessed 1 September 2023)

11 Eckholm, E. (1985) 'Mesopotamia: Cradle of haute cuisine?' *New York Times*, 15 May. www.nytimes.com/1985/05/15/garden/mesopotamia-cradle-of-haute-cuisine.html

12 UNESCO (n.d.), Silk Roads Programme: Did you know? The exchange of spices along the Silk Roads'. https://en.unesco.org/silkroad/content/did-you-know-exchange-spices-along-silk-roads (accessed 26 July 2023)

13 FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO (2023) 'The state of food security and nutrition in the world 2023: Urbanization, agrifood systems transformation and healthy diets across the rural–urban continuum'. Rome, FAO. www.fao.org/3/cc3017en/cc3017en.pdf

14 IRENA and FAO (2021) 'Renewable energy for agri-food systems: Towards the Sustainable Development Goals and the Paris agreement'. Abu Dhabi and Rome. https://doi.org/10.4060/cb7433en

15 Ghosh, P. 'Eating less meat "like taking 8m cars off road"'. BBC News, 20 July. www.bbc.com/news/science-environment-66238584

16 UAE government website (2023) 'National food security strategy 2051'. 9 August. https://u.ae/en/about-the-uae/strategies-initiatives-and-awards/strategies-plans-and-visions/environment-and-energy/national-food-security-strategy-2051

17 The World Counts (n.d.) 'Tons of meat eaten'. www.theworldcounts.com/challenges/consumption/foods-and-beverages/world-consumption-of-meat (accessed 21 July 2023)

18 Churchill, W. (1932) 'Fifty years hence'. Popular Mechanics, March. http://rolandanderson.se/Winston_Churchill/Fifty_Years_Hence.php

19 Garber, M. (2012) 'The 20 most significant inventions in the history of food and drink'. The Atlantic, 14 September. www.theatlantic.com/technology/archive/2012/09/the-20-most-significant-inventions-in-the-history-of-food-and-drink/262410/

20 Feares, R. and Canales, C. (2023) 'The role of science, technology and innovation in transforming food systems globally'. In von Braun, J. et al. (eds) Science and Innovations for Food Systems Transformation. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-15703-5_44

21 Wood, P. and Tavan, M. (2022) 'A review of the alternative protein industry'. Current Opinion in Food Science,47: 100869. https://doi.org/10.1016/j.cofs.2022.100869

22 O'Donnell, M. and Murray, S. (2023) 'A deeper dive into alternative protein investments in 2022: The case for optimism'. Good Food Institute, 16 February. https://gfi.org/blog/alternative-protein-investments-update-and-outlook/#:~:text=Governments%20have%20an%20increasingly%20critical%20role%20to%20play&text=Through%20the%20end%20of%202021,funding%20totaled%20about%20%24360%20million

23 Good Food Institute (2021) 'Record $ billion invested in alt proteins in 2021, surging 60 percent since 2020'. https://gfi.org/press/record-5-billion-invested-in-alt-proteins-in-2021/

24 Haberman, C. (2020) 'Plant-based meat has roots in the 1970s'. New York Times, 16 February. www.nytimes.com/2020/02/16/us/plant-based-meat-has-roots-in-the-1970s.html

25 Allen, M. (2018) 'Plant-based meat production 101'. Good Food Institute, 13 December. https://gfi.org/blog/plant-based-meat-production-101/

26 Bryant, C.J. (2022) 'Plant-based animal product alternatives are healthier and more environmentally sustainable than animal products'. Future Foods, 6: 100174. https://doi.org/10.1016/j.fufo.2022.100174

27 Plant-based meat is regulated under federal law concerning food safety and standards: United Arab Emirates Ministry of Climate Change and Environment (n.d.) 'Food Safety'. www.moccae.gov.ae/en/knowledge-and-statistics/food-safety.aspx (accessed 26 July 2023)

28 Issa, T.M. (2023) 'Inside Dubai's vegan plant-based meat factory catering to changing UAE food choices' Arabian Business, 18 September. www.arabianbusiness.com/industries/retail/inside-dubais-vegan-plant-based-meat-factory-catering-to-changing-uae-food-choices.

29 Gulfood (2023) 'IFFCO launches "GCC's first 100% plant-based meat venture" in UAE'. 3 January. www.gulfood.com/insights/iffco-launches-gccs-first-100-plant-based-meat-venture-uae

30 Diaz, O.C. (2023) 'Switch Foods: Abu Dhabi's first plant-based meat factory opens'. The National, 26 April. www.thenationalnews.com/lifestyle/food/2023/04/26/switch-foods-abu-dhabis-first-plant-based-meat-factory-opens/

31 Dubai World Trade Centre (2023) 'Plant-based meat: GCC market opportunities'. 23 February. www.dwtc.com/en/industry-insights/plant-based-meat-gcc-market-opportunities/

32 Kinney, M.J. et al. (2019) 'Plant-based meat manufacturing by extrusion'. Good Food Institute. https://gfi.org/wp-content/uploads/2021/01/Plant-Based-Meat-Manufacturing-Guide-_GFI.pdf

33 Bryant, C. et al. (2019) 'A survey of consumer perceptions of plant-based and clean meat in the USA, India, and China'. Frontiers in Sustainable Food Systems, 3: 11. https://doi.org/10.3389/fsufs.2019.00011

34 Auguste Escoffier School of Culinary Art (2021) 'How is plant-based meat made?'. 19 November. www.escoffier.edu/blog/world-food-drink/how-is-plant-based-meat-made/#:~:text=The%20foundational%20elements%20in%20plant,%2C%20aquafaba%2C%20or%20beans.)

35 Polaris Market Research (2023) 'Plant-based meat market share, size, trends, industry analysis report'. www.polarismarketresearch.com/industry-analysis/plant-based-meat-market

36 Shanker, D. (2023) 'Fake meat was supposed to save the world: It became just another fad'. Bloomberg, 19 January. www.bloomberg.com/news/features/2023-01-19/beyond-meat-bynd-impossible-foods-burgers-are-just-another-food-fad#xj4y7vzkg

37 Bayer, E. (2023) 'A fad or the future? With plant-based meat, there's plenty to be bullish about'. Fast Company, 22 May. www.fastcompany.com/90898508/a-fad-or-the-future-with-plant-based-meat-theres-plenty-to-be-bullish-about#:~:text=The%20global%20plant%2Dbased%20meat,and%20greater%20sustainability%20than%20before

38 Dean, G. (2023) 'Beyond Meat sales slumped because people are eating less fake meat, and the company says it gets why'. Insider, 24 February. www.businessinsider.com/beyond-meat-vegan-plant-based-fake-meat-inflation-prices-restaurants-2023-2?r=US&IR=T#:~:text=Beyond%20Meat%20sales%20slumped%20because,company%20says%20it%20gets%20why&text=Beyond%20Meat's%20sales%20have%20slumped,and%20trading%20down%20by%20consumers

39 Bayer, E. (2023) 'A fad or the future? With plant-based meat, there's plenty to be bullish about'. Fast Company, 22 May. www.fastcompany.com/90898508/a-fad-or-the-future-with-plant-based-meat-theres-plenty-to-be-bullish-about#:~:text=The%20global%20plant%2Dbased%20meat,and%20greater%20sustainability%20than%20before

40 'Global retail sales of plant-based meat in 2022 were $6.1 billion and grew from prior year by both dollar sales (+8%) and weight sales (+5%), according to Euromonitor, with notable growth in Latin America and in Europe'. Good Food Institute (2023) '2023 outlook: The state of the plant-based meat category'. www.gfi.org/blog/2023-outlook-the-state-of-the-plant-based-meat-category/

41 AlGarf, D. (2023) 'Plant-based food takeover'. Infomineo, 28 February. https://infomineo.com/agriculture/plant-based-food-takeover/#:~:text=In%202019%2C%20the%20global%20plant,to%205%25%20annually%20until%202023

42 Business Market Insights (2022) 'Market research report: Middle East and Africa plant-based meat products market forecast to 2028'. August. www.businessmarketinsights.com/reports/middle-east-and-africa-plant-based-meat-products-market

43 Good Food Institute (n.d.) 'Reducing the price of alternative proteins'. https://gfi.org/wp-content/uploads/2021/12/Reducing-the-price-of-alternative-proteins_GFI_2022.pdf (accessed 1 November 2023)

44 Bunge J. and Haddon H. (2020) 'Plant-based meat makers compete on prices' 3 March. www.wsj.com/articles/plant-based-meat-makers-compete-on-price-11583233200

45 Specht, L. (2019) 'Why plant-based meat will ultimately be less expensive than conventional meat'. Good Food Institute, 18 June. https://gfi.org/blog/plant-based-meat-will-be-less-expensive/

46 Hashem, H. (2023) 'Consumers in the Middle East are shifting to a plant-based diet: Is the local industry taking note?' Fast Company Middle East, 29 May. https://fastcompanyme.com/impact/consumers-in-the-middle-east-are-shifting-to-a-plant-based-diet-is-the-local-industry-taking-note/

47 The choice of the term 'cultivated meat' has been made in accordance with the reasoning in FAO and WHO (2023) 'Food safety aspects of cell-based food'. Rome, FAO and WHO. www.fao.org/3/cc4855en/cc4855en.pdf

48 Swartz, E. and Bomkamp, C. (n.d.) 'The science of cultivated meat'. Good Food Institute. https://gfi.org/science/the-science-of-cultivated-meat/ (accessed 16 July 2023)

49 Post, M.J. (2014) 'Cultured beef: Medical technology to produce food'. Journal of the Science of Food and Agriculture, 94(6): 1039–41. https://doi.org/10.1002/jsfa.6474

50 FOUR PAWS International (2021) 'What is "cultivated meat"?' 26 August. www.four-paws.org/campaigns-topics/topics/nutrition/cultivated-meat-food-innovation/what-is-cultivated-meat

51 Believer (2023) 'A brief history of the cultivated meat industry'. 24 April. www.believermeats.com/blog/cultivated-meat-industry-history

52 Swartz, E. and Bomkamp, C. (n.d.) 'The science of cultivated meat'. Good Food Institute. https://gfi.org/science/the-science-of-cultivated-meat/ (accessed 16 July 2023)

53 Bomkamp, C. et al. (2023) '2022 State of the industry report: Cultivated meat and seafood'. Good Food Institute. https://gfi.org/wp-content/uploads/2023/01/2022-Cultivated-Meat-State-of-the-Industry-Report-2-1.pdf

54 Vergeer, R. et al. (2021) 'TEA of cultivated meat: Future projections of different scenarios - corrigendum'. Delft, CE Delft. https://cedelft.eu/wp-content/uploads/sites/2/2021/02/CE_Delft_190254_TEA_of_Cultivated_Meat_FINAL_corrigendum.pdf

55 Sinke, P. et al. (2023) 'Ex-ante life cycle assessment of commercial-scale cultivated meat production in 2030'. The International Journal of Life Cycle Assessment, 28: 234–54. https://doi.org/10.1007/s11367-022-02128-8

56 Vergeer, R. et al. (2021) 'TEA of cultivated meat: Future projections of different scenarios - corrigendum'. Delft, CE Delft. https://cedelft.eu/wp-content/uploads/sites/2/2021/02/CE_Delft_190254_TEA_of_Cultivated_Meat_FINAL_corrigendum.pdf

57 Risner, D. et al. (2023) 'Environmental impacts of cultured meat: A cradle-to-gate life cycle assessment'. bioRxiv, 21 April. https://doi.org/10.1101/2023.04.21.537778

58 Bomkamp, C. et al. (2023) '2022 State of the industry report: Cultivated meat and seafood'. Good Food Institute. https://gfi.org/wp-content/uploads/2023/01/2022-Cultivated-Meat-State-of-the-Industry-Report-2-1.pdf

59 Mridul, A. (2024) 'Aleph Farms: Israel awards the world's first regulatory approval for cultivated beef'. Green Queen, 17 January. https://www.greenqueen.com.hk/aleph-farms-israel-cultured-meat-regulatory-approval-beef/

60 De Lorenzo, D. (2023) 'Dutch government agrees on rules for cultivated meat and seafood tastings in the Netherlands'. Forbes, 5 July. www.forbes.com/sites/danieladelorenzo/2023/07/05/dutch-government-agrees-on-conditions-for-cultivated-meat-and-seafood-tastings-in-the-netherlands/?sh=5e6a92ea7399

61 KBW Ventures (2021) 'Blue Nalu secures $60 million in convertible note financing'. 19 January. www.kbw-ventures.com/bluenalu-secures-60-million-in-convertible-note-financing/

62 Ho, S. (2021) 'Eat Just to build first MENA cell-based meat facility in Qatar'. Green Queen, 1 September. www.greenqueen.com.hk/eat-just-qatar-cell-based-factory/

63 FAO and WHO (2023) 'Food safety aspects of cell-based food'. Rome. www.fao.org/3/cc4855en/cc4855en.pdf

64 Good Food Institute (n.d.) 'Alternative protein company database'. https://gfi.org/resource/alternative-protein-company-database/ (accessed 26 July 2023)

65 Khoo, H. and Lim, J. (2021) 'A growing culture of safe, sustainable meat'. Food for Thought, Singapore Food Agency, 4 January. www.sfa.gov.sg/food-for-thought/article/detail/a-growing-culture-of-safe-sustainable-meat

66 Innovation Origins (2023) 'Dutch code of practice for cultured meat tastings'. 6 July. https://innovationorigins.com/en/dutch-code-of-practice-for-cultured-meat-tastings/

67 Meatable (2022) 'Dutch government agrees to invest €60M in cellular agriculture'. 14 April. https://meatable.com/dutch-government-agrees-to-invest-e60m-in-cellular-agriculture/#:~:text=We%20are%20happy%20t%20share,cellular%20agriculture%20field%20ever%2C%20globally

68 Morrison, O. (2023) 'First application for cultivated meat approval in Europe submitted'. FoodNavigator, 26 July. www.foodnavigator.com/Article/2023/07/26/First-application-for-cultivated-meat-approval-in-Europe-submitted

69 In the European Union, one country, Italy, has banned the production, use, selling on the market and import of cultivated meat. Ministero dell'agricoltura, della sovranita alimentare e delle foreste (2023) 'Approvato al senato ddl alimenti sintetici. Italia all'avanguardia nel mondo'. 19 July.

70 Baker, A. (2023) 'How Israel became the global center for alternative meat tech'. Time, 9 January. https://time.com/6237414/israel-lab-grown-meat/

71 United Arab Emirates, Kingdom of Bahrein, Kingdom of Saudi Arabia, Sultanate of Oman, State of Qatar, State of Kuwait. In 2020, the Saudi asset management company KBW Ventures invested $20 million in the cultivated seafood producing company BlueNalu. In the same year, Qatar Investment Authority invested $200 million in the US company Eat Just.

72 Hamdan, M.N. et al. (2018) 'Cultured meat in Islamic perspective'. Journal of Religion and Health, 57: 2193–206. https://doi.org/10.1007/s10943-017-0403-3

73 Chin, H.S. (2024) 'Muslims are allowed to eat cultivated meat as long as all sources are halal: Muis'. Strait Times, 3 February. https://www.straitstimes.com/singapore/muslims-allowed-to-eat-cultivated-meat-provided-sources-are-halal-muis

74 BusinessWire (2023) 'Leading Shariah scholars rule cultivated meat can be halal'. 10 September. www.businesswire.com/news/home/20230910333327/en/Leading-Shariah-Scholars-Rule-Cultivated-Meat-Can-Be-Halal

75 FAO and WHO (2023) 'Food safety aspects of cell-based food'. Rome, p. 38. www.fao.org/3/cc4855en/cc4855en.pdf

76 Ayamany, K. (2023) 'Malaysian firm building RM20m plant in Penang, aims to sell lab-grown meat by 2025'. Malay Mail, 16 March. www.malaymail.com/news/malaysia/2023/03/16/malaysian-firm-building-rm20m-plant-in-penang-aims-to-sell-lab-grown-meat-by-2025/59913

77 Rabinovitch, A. (2023) 'Meat cultivated from cow cells is kosher, Israel's chief rabbi rules'. Reuters Middle East, 19 January. www.reuters.com/world/middle-east/meat-cultivated-cow-cells-is-kosher-israels-chief-rabbi-rules-2023-01-19/#:~:text=JERUSALEM%2C%20Jan%2019%20(Reuters),itself%20out%20of%20the%20equation

78 Brennan, T. et al. (2021) 'Cultivated meat: Out of the lab, into the frying pan'. McKinsey & Company, 16 June. www.mckinsey.com/industries/agriculture/our-insights/cultivated-meat-out-of-the-lab-into-the-frying-pan

79 Sorvino, C. (2023) 'Everything you need to know about lab-grown meat now that it's here'. Forbes, 27 June. www.forbes.com/sites/chloesorvino/2023/06/27/everything-you-need-to-know-about-lab-grown-meat-now-that-its-here/?sh=45c56aeff8a5

80 Bomkamp, C. et al. (2023) '2022 State of the industry report: Cultivated meat and seafood'. Good Food Institute. https://gfi.org/wp-content/uploads/2023/01/2022-Cultivated-Meat-State-of-the-Industry-Report-2-1.pdf

81 Watson E. (2024) 'Preliminary AgFunder data point to 78% decline in cultivated meat funding in 2023; investors blame "general risk aversion"'. https://agfundernews.com/preliminary-agfunder-data-point-to-78-decline-in-cultivated-meat-funding-in-2023-investors-blame-general-risk-aversion

82 Good Food Institute (2023) 'New GFI State of the Industry reports highlight untold stories and transformative potential of alternative proteins'. https://gfi.org/press/new-state-of-the-industry-reports-highlight-transformative-potential-of-alternative-proteins/

83 In the graph, MM stands form million and B billion.

84 Jha, A. (2013) 'First hamburger made from lab-grown meat to be served at press conference'. Guardian, 5 August. www.theguardian.com/science/2013/aug/05/first-hamburger-lab-grown-meat-press-conference

85 Aravindan, A. and Geddie, J. (2020) 'Singapore approves sale of lab-grown meat in world first'. Reuters, 2 December. www.reuters.com/article/us-eat-just-singapore-idUSKBN28C06Z

86 Douglas, L. (2023) ' "A new era": US regulator allows first sales of lab-grown meat'. Reuters, 21 June. www.reuters.com/business/retail-consumer/upside-foods-good-meat-receive-final-usda-approval-sell-cultivated-meat-2023-06-21/

87 Mridul, A. (2024) 'Aleph Farms: Israel awards the world's first regulatory approval for cultivated beef'. Green Queen, 17 January. https://www.greenqueen.com.hk/aleph-farms-israel-cultured-meat-regulatory-approval-beef/

88 Garrison, G.L. et al. (2022) 'How much will large-scale production of cell-cultured meat cost?' Journal of Agriculture and Food Research, 10: 100358. https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100358

89 Vergeer, R. et al. (2021) 'TEA of cultivated meat: Future projections of different scenarios - corrigendum'. Delft, CE Delft. https://cedelft.eu/wp-content/uploads/sites/2/2021/02/CE_Delft_190254_TEA_of_Cultivated_Meat_FINAL_corrigendum.pdf

90 Garrison, G.L. et al. (2022) 'How much will large-scale production of cell-cultured meat cost?' Journal of Agriculture and Food Research, 10: 100358. https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100358

91 Good Meat (2022) 'The world's first large-scale cultivated meat facility'. Food Manufacturing, 26 May. www.foodmanufacturing.com/facility/news/22249425/the-worlds-first-largescale-cultivated-meat-facility

92 Ibid.

93 For a thorough description of the other types of fermentation (traditional fermentation and biomass fermentation) used in the alternative protein industry, see: Carter, M. et al. (2023) '2022 State of the industry report. Fermentation: meat, seafood, eggs, and dairy'. Good Food Institute. https://gfi.org/wp-content/uploads/2023/01/State-of-the-Industry-Report-Fermentation-2022.pdf

94 Carter, M. et al. (2023) '2022 State of the industry report. Fermentation: meat, seafood, eggs, and dairy'. Good Food Institute. https://gfi.org/wp-content/uploads/2023/01/State-of-the-Industry-Report-Fermentation-2022.pdf

95 Martinović, A. et al. (2022) 'Precision fermentation: A guide for endless opportunities to reshape traditional foods using microbial factories'. PeakBridge, 8 December. https://peakbridge.vc/precision-fermentation-a-guide-for-endless-opportunities-to-reshape-traditional-foods-using-microbial-factories/#:~:text=Precision%20fermentation%20involves%20a%20microbial,vitamin%2C%20pigment%2C%20and%20lipid

96 Martinović, A. et al. (2022) 'Precision fermentation: A guide for endless opportunities to reshape traditional foods using microbial factories'. PeakBridge, 8 December. https://peakbridge.vc/precision-fermentation-a-guide-for-endless-opportunities-to-reshape-traditional-foods-using-microbial-factories/#:~:text=Precision%20fermentation%20involves%20a%20microbial,vitamin%2C%20pigment%2C%20and%20lipid

97 Chief Sustainability Officers Insights (2023) 'Decarbonising food: Precision fermentation as the next frontier in climate technology'. GITEX Impact, 21 June. https://giteximpact.com/2023/06/21/decarbonizing-food-precision-fermentation-as-the-next-frontier-in-climate-technology/

98 Mridul, A. (2023) 'How sustainable is animal-free dairy? We compare precision fermentation LCAs'. Green Queen, 18 September. https://www.greenqueen.com.hk/environment-sustainable-precision-fermentation-life-cycle-assessment-lca-scientific-research/

99 Green, M. (2023) 'Precision fermentation predicted to disrupt the food system as we know it'. Food Ingredients First, 27 March. www.foodingredientsfirst.com/news/precision-fermentation-predicted-to-disrupt-the-food-system-as-we-know-it.html

100 Blue Horizon and Synonym (n.d.) 'Capacitor reveals the state of global fermentation capacity'. https://bluehorizon.com/insight/capacitor-reveals-the-state-of-global-fermentation-capacity/ (accessed 5 September 2023)

101 Green Queen Team (2022) 'Dairy in the desert: Change Foods to bring the first precision fermentation facility to the UAE'. 21 October. www.greenqueen.com.hk/change-foods-uae-precision-fermentation-facility/

102 Ibid.

103 Solar Foods (n.d.) 'Introducing Solein®'. https://solarfoods.com/solein/ (accessed 16 July 2023)

104 Carter, M. et al. (2023) '2022 State of the industry report. Fermentation: meat, seafood, eggs, and dairy'. Good Food Institute. https://gfi.org/wp-content/uploads/2023/01/State-of-the-Industry-Report-Fermentation-2022.pdf

105 Ibid.

106 Payal, G. et al. (2023) 'Precision fermentation market by application (meat, seafood, dairy, egg, others), by microbe (bacteria, yeast, algae, fungi, others), by ingredient (egg white, whey and casein protein, collagen protein, heme protein), by end user (food and beverage, pharmaceutical, cosmetic, others): global opportunity analysis and industry forecast, 2021–2031'. Allied Market Research. www.alliedmarketresearch.com/request-sample/54115

107 Ibid.

108 The Economist (2023) 'Startups are producing real dairy without a cow in sight'. 20 July. www.economist.com/business/2023/07/20/startups-are-producing-real-dairy-without-a-cow-in-sight

109 Southey, F. (2020) 'Disrupting dairy with precision fermentation: "By 2035, industrial cattle farming will be obsolete" '. FoodNavigator, 5 February. www.foodnavigator.com/Article/2020/02/03/Disrupting-dairy-with-precision-fermentation-By-2035-industrial-cattle-farming-will-be-obsolete

110 The World Economic Forum employed a model developed by the Oxford Martin School showing that switching to many of the alternative plant-based proteins markedly reduced diet- related mortality, particularly due to increased consumption of dietary fibre. World Economic Forum (2019) 'Meat: The Future Series. Alternative Proteins'. January. www3.weforum.org/docs/WEF_White_Paper_Alternative_Proteins.pdf

111 Santo, R.E. et al. (2020) 'Considering plant-based meat substitutes and cell-based meats: A public health and food systems perspective'. Frontiers in Sustainable Food Systems, 4. https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00134

112 Good Food Institute (2023) 'Alternative proteins address the threats of antibiotic resistance and pandemics'. January. https://gfi.org/wp-content/uploads/2023/01/GFI-Fact-Sheet_-Alternative-Proteins-Address-the-Threats-of-Antibiotic-Resistance-and-Pandemics_POL22023.pdf

113 United Nations Environment Programme and International Livestock Research Institute (2020) 'Preventing the next pandemic: Zoonotic diseases and how to beak the chain of transmission'. Nairobi, Kenya, UNEP. https://unsdg.un.org/sites/default/files/2020-07/UNEP-Preventing-the-next-pandemic.pdf

114 United Nations Environment Programme and International Livestock Research Institute (2020) 'Preventing the next pandemic: Zoonotic diseases and how to beak the chain of transmission'. Nairobi, Kenya, UNEP. https://unsdg.un.org/sites/default/files/2020-07/UNEP-Preventing-the-next-pandemic.pdf

115 Colpitts, T.M., Conway, M.J., Montgomery, R.R. and Fikrig, E. (2012). 'West Nile virus: Biology, transmission, and human infection'. Clinical Microbiology Reviews, 25(4), 635–48. https://doi.org/10.1128/CMR.00045-12

116 The United Arab Emirates Government Portal (2023) 'Health: National Nutrition Strategy 2030'. 15 June. https://u.ae/en/about-the-uae/strategies-initiatives-and-awards/strategies-plans-and-visions/health/national-nutrition-strategy-2030

117 According to the UAE national health survey 2017–18 (from the Statistics and Research Centre, Ministry of Health and Prevention), overweight and obese adults are a significant public health concern in the UAE.

118 For three consecutive years, 2022, 2023 and 2024, DFF has published the 'Future Opportunities Report: The Global 50', with the aim of promoting growth, prosperity and well-being by allowing readers to reflect on future possibilities. The opportunities described in the reports facilitate imaginative thinking when analysing a specific sector or area of work. In the same line, we have identified possible new paths that could apply to the future of food and alternative proteins. Even if more limited in scope, this section's opportunities borrow the nomenclature and structure identified by DFF in the Global 50 reports. www.dubaifuture.ae/wp-content/uploads/2022/02/Future-Opportunities-Report-TheGlobal50-English.pdf ; www.dubaifuture.ae/wp-content/uploads/2024/03/The-Global-50-2024-Eng.pdf and www.dubaifuture.ae/wp-content/uploads/2023/04/THE-GLOBAL-50-EN.pdf

119 Aligned with the DFF Global 50 report 2024: "opportunities within reach are likely to be relevant within 2 to 3 years as they address specific challenges. Opportunities labelled as transitional are likely to be relevant within 10 years and tied to advances in technology. Opportunities labelled as visionary are likely to be relevant beyond 10 years either because they depend on technologies that are still in early development or are part of a complex system of drivers and factors". www.dubaifuture.ae/wp-content/uploads/2024/03/The-Global-50-2024-Eng.pdf

120 Garrison, G.L. et al. (2022) 'How much will large-scale production of cell-cultured meat cost?' Journal of Agriculture and Food Research, 10: 100358. https://doi.org/10.1016/j.jafr.2022.100358

121 Garrad-Cole, H. (2021) 'Meet Ora's newest staff member: A portable bioreactor'. Fine Dining Lovers, 25 May. www.finediningLovers.com/article/meet-oras-newest-staff-member-portable-bioreactor

122 Swartz, E. (2021) 'Cell culture media and growth factor trends in the cultivated meat industry'. Good Food Institute. https://gfi.org/wp-content/uploads/2021/11/Cultivated-meat-media-and-growth-factor-trends-2020.pdf

123 See BIOWORLDS™ (n.d.) 'Marketplace'. https://bioworlds.co/ (accessed 26 July 2023)

124 UN (n.d.) 'Your guide to climate action: Home energy'. www.un.org/en/actnow/home-energy (accessed 26 July 2023)

125 Frank Lloyd Wright Foundation (2019) 'A showcase of ideas: Taliesin associated architect Charles Schiffner's house of the future'. 13 June. https://franklloydwright.org/a-showcase-of-ideas-taliesin-associated-architect-charles-schiffners-house-of-the-future/

126 Harvard T.H. Chan – School of Public Health (n.d.) 'Food Waste'. www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/sustainability/food-waste/#:~:text=Benefits%20of%20Less%20Food%20Waste,and%20a%20lower%20carbon%20footprint (accessed 26 July 2023)

127 Limqueco, J. (n.d.) 'The 12 crops and 5 animals that feed us'. The Pond Foundation. https://np.thepondfoundation.org/the-12-crops-and-5-animals-that-feed-us/ (accessed 16 July 2023)

128 Much is being done by international organisations. In the UAE, the International Center for Biosaline Agriculture (ICBA) is analysing solutions for marginal environments, in particular areas facing issues of salinity, water scarcity, and drought.

129 European Space Agency (2019) 'Food out of the thin air'. 27 May. www.esa.int/Applications/Technology_Transfer/Food_out_of_the_thin_air

130 Solein (n.d.) 'What is Solein?' www.solein.com/what-is-solein (accessed 26 July 2019)

131 Lowrey, A. (2023) 'Open your mind to unicorn meat'. The Atlantic, 9 July. www.theatlantic.com/ideas/archive/2023/07/plant-based-lab-grown-meat-start-up-investment/674639/

132 Precedence Research (n.d.) 'Leather goods market (by type: genuine leather, synthetic leather, vegan leather; by product: handbags, small leather goods/accessories, apparel, footwear, home décor and furnishing, pet accessories, automotive accessories) - global industry analysis, size, share, growth, trends, regional outlook, and forecast 2023–2032'. www.precedenceresearch.com/leather-goods-market#:~:text=The%20global%20leather%20goods%20market%20size%20was%20accounted%20at%20USD,5.76%25%20from%202023%20to%202032 (accessed 25 July 2023)

133 PETA (n.d.) 'Leather: Animals abused and killed for their skins'. www.peta.org/issues/animals-used-for-clothing/animals-used-clothing-factsheets/leather-animals-abused-killed-skins/ (accessed 25 July 2023)

134 VitroLabs Inc (n.d.) 'A single biopsy from this cow can make millions of handbags'. www.vitrolabsinc.com/ (accessed 26 July 2023)

135 VitroLabs Inc (n.d.) 'A single biopsy from this cow can make millions of handbags'. www.vitrolabsinc.com/ (accessed 26 July 2023)

136 Lau, B. (2022) 'Lab-grown leather: A sustainable solution to the fashion industry?' Earth.Org, 28 July. https://earth.org/lab-grown-leather/#:~:text=Lab%2Dgrown%20leather%20helps%20streamline,material%20consumption%20during%20leather%20manufacturing

137 European Space Agency (2022) 'On the road to cultured meat for astronauts (and Earthlings)'. 31 March. www.esa.int/Enabling_Support/Preparing_for_the_Future/Discovery_and_Preparation/On_the_road_to_cultured_meat_for_astronauts_and_Earthlings

138 Mohammed Bin Rashid Space Centre (n.d.) 'Mars 2117'. www.mbrsc.ae/service/mars_2117/ (accessed 27 July 2023)

139 Aleph Farms (n.d.) 'Space program'. https://aleph-farms.com/aleph-zero/ (accessed 27 July 2023)

140 Dubai Future Foundation (2023) 'Future Opportunities Report: The Global 50'.www.dubaifuture.ae/wp-content/uploads/2023/04/THE-GLOBAL-50-EN.pdf

141 McKinsey & Company (2023) 'A giant leap for the space industry'. 19 January. www.mckinsey.com/featured-insights/sustainable-inclusive-growth/chart-of-the-day/a-giant-leap-for-the-space-industry

142 UAE government website (2023) 'National food security strategy 2051'. 9 August. https://u.ae/en/about-the-uae/strategies-initiatives-and-awards/strategies-plans-and-visions/environment-and-energy/national-food-security-strategy-2051

143 Arabian Business (2021) 'Dubai unveils Food Tech Valley to drive AgTech, enhance food security'. 1 May. www.arabianbusiness.com/industries/technology/462853-dubai-unveils-food-technology-valley-to-drive-agtech-enhance-food-security

144 Hashem, H. (2023) 'Consumers in the Middle East are shifting to a plant-based diet: Is the local industry taking note?' Fast Company Middle East, 29 May. https://fastcompanyme.com/impact/consumers-in-the-middle-east-are-shifting-to-a-plant-based-diet-is-the-local-industry-taking-note/

145 Government of Dubai (n.d.) 'Dubai 2040 urban master plan'. http://dubai2040.ae/en/ (accessed 3 September 2023)

146 Proveg International (2020) 'What is cellular agriculture?' 25 August. https://proveg.com/blog/what-is-cellular-agriculture/#:~:text=Cellular%20agriculture%20is%20the%20production,human%20sourcing%20of%20animal%20protein

147 Believer (2023) 'A brief history of the cultivated meat industry'. 24 April. www.believermeats.com/blog/cultivated-meat-industry-history

148 Swartz, E. and Bomkamp, C. (n.d.) 'The science of cultivated meat'. Good Food Institute. https://gfi.org/science/the-science-of-cultivated-meat/ (accessed 16 July 2023)

149 Swartz, E. and Bomkamp, C. (n.d.) 'The science of cultivated meat'. Good Food Institute. https://gfi.org/science/the-science-of-cultivated-meat/ (accessed 16 July 2023)

150 Official Journal of the European Communities (1991) 'Council Directive of 21 May 1991 concerning urban waste water treatment'. L 135/40, 30 May. eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:31991L0271

151 National Cancer Institute (n.d.) 'Heme'. www.cancer.gov/publications/dictionaries/cancer-terms/def/heme (accessed 27 July 2023)

152 Richards, L. (2021) 'Is plant-based meat healthy?' Medical News Today, 24 August. www.medicalnewstoday.com/articles/is-plant-based-meat-healthy

153 For a thorough description of the other types of fermentation (traditional fermentation and biomass fermentation) used in the alternative protein industry, see: Carter, M. et al. (2023) '2022 State of the industry report. Fermentation: meat, seafood, eggs, and dairy'. Good Food Institute. https://gfi.org/wp-content/uploads/2023/01/State-of-the-Industry-Report-Fermentation-2022.pdf

نبذة عن مؤسسة دبي للمستقبل

تسعى مؤسسة دبي للمستقبل إلى تحقيق رؤية صاحب السمو الشيخ محمد بن راشد آل مكتوم، نائب رئيس الدولة رئيس مجلس الوزراء حاكم دبي، رعاه الله، لتعزيز مكانة دبي باعتبارها رائدة مدن المستقبل، بالتعاون مع شركائها من الجهات الحكومية والشركات العالمية والمبتكرين والشركات الناشئة ورواد الأعمال في دولة الإمارات وخارجها.

وتتمثل ركائز استراتيجية المؤسسة في تخيّل المستقبل وتصميمه وتنفيذه، وذلك بدعم وإشراف سمو الشيخ حمدان بن محمد بن راشد آل مكتوم، ولي عهد دبي رئيس المجلس التنفيذي رئيس مجلس أمناء مؤسسة دبي للمستقبل. وتطلق المؤسسة برامج ومبادرات محلية وعالمية ومشاريع مبتكرة ونوعية لتحقيق هذا الهدف، كما تتولى إعداد خطط واستراتيجيات مستقبلية وتقارير حول السيناريوهات المستقبلية المحتملة، بما يدعم مكانة دبي كمركز عالمي لتطوير وتبني أحدث الحلول والممارسات المبتكرة لخدمة الإنسانية.

وتركز المؤسسة على تحديد أبرز التحديات التي تواجه المدن والمجتمعات والقطاعات في المستقبل وتحويلها إلى فرص نمو واعدة من خلال جمع البيانات وتحليلها ودراسة التوجهات العالمية ومواكبة التغيرات المتسارعة. كما تحرص على استكشاف القطاعات الجديدة والناشئة وتكاملها مع القطاعات والصناعات القائمة.

وتشرف مؤسسة دبي للمستقبل على عدد كبير من المشاريع والمبادرات الرائدة مثل متحف المستقبل، ومنطقة 2071، ومسرعات دبي للمستقبل، وأكاديمية دبي للمستقبل، ومختبرات دبي للمستقبل، ودبي 10X، وأبحاث دبي للمستقبل، وزمالة دبي للمستقبل، ومؤشر دبي للجاهزية للمستقبل، وبرنامج دبي للبحث والتطوير، ومختبر دبي للتصميم، ومركز الإمارات العربية المتحدة للثورة الصناعية الرابعة، ومنتدى دبي للمستقبل، وغيرها. وتسهم المؤسسة، من خلال مبادراتها المعرفية ومراكزها لتصميم المستقبل، في بناء قدرات أصحاب المواهب، وتمكينهم وصقل مهاراتهم، بما يمكّنهم من الإسهام في تحقيق التنمية المستدامة في دبي ودولة الإمارات.

dubaifuture.ae

research@dubaifuture.gov.ae

@dubaifuture

مؤسسة دبي للمستقبل

DUBAI FUTURE FOUNDATION