جمهورية مصر العربية

معهد التخطيط القومي

الدراسات العليا

البحث التطبيقي

عنوان البحث باللغة العربية	الدور الفعال للتكنولوجيا الحيوية فى القطاع الصحى المصرى – بالتطبيق على مشروع الجينوم المصرى.
عنوان البحث باللغة الإنجليزية	The Effective Role of Biotechnology in the Egyptian Health Sector – By Applying to the Egyptian Genome Project.
إعداد	مصطفى محمود محمد النقيب
إشراف	أ.د / محمد ماجد خشبه

لإستكمال متطلبات

الحصول على الماجستير المهنى

"التخطيط للتنمية المستدامة"

2022

محتويات البحث

البيان	الصفحة
المبحث الأول **الاطار النظرى للبحث**	
1 – مقدمة البحث والخلفية التاريخية	**7**
2 – مشكلة البحث	**9**
3 – أهداف البحث	**10**
4 – أهمية البحث	**10**
5 – فروض / تساؤلات البحث	**10**
6 – منهجية البحث	**10**
7 – حدود البحث	**10**
8 – الدراسات السابقة	**11**
9 – مفاهيم أساسية	**13**
المبحث الثانى **التكنولوجيا الحيويه والبحث العلمى فى القطاع الصحى فى مصر**	**20**
المبحث الثالث **خبرات تطبيق التكنولوجيا الحيويه فى بعض دول العالم**	28
المبحث الرابع **دراسة الحالة : دور مشروع الجينوم المصرى فى تفعيل تطبيقات التكنولوجيا الحيوية فى مصر**	38
نتائج وتوصيات ومقترحات البحث **أولاً : نتائج البحث** **ثانياً : توصيات ومقترحات البحث**	45–44
المراجع	47–46

قائمة الأشكال والجداول

م	الموضوع	الصفحة
.1	رؤية ورسالة ومهام وزارة الصحة والسكان المصرية	22
.2	Major sub-divisions of Biotechnology	25
.3	The evolution of the concept of Biotechnology	26
.4	سوق التكنولوجيا الحيوية فى المانيا بين 2017-2028	30
.5	تطور قيمة سوق التكنولوجيا الحيوية بين عامى 2014-2019	31
.6	تطور سوق التكنولوجيا الحيوية العالمى بين عامى 2019-2026	31

الملخص

«التكنولوجيا الحيوية – Biotechnology»، هو مجال جديد نسبيًا ليس من حيث تواجده وإنما من حيث المبدأ الذى تعود عليه المجتمع المصرى، فهو مجال يجمع العديد من فروع العلوم ومجالات الهندسة والمعلوماتية في إطار واحد، وأن العديد من المؤسسات تتجه لتطوير نفسها من خلال أحدث التقنيات والتكنولوجيا المطبقة سواء فى التشخيص و العلاج، إذن أن مستقبل أى قطاع هو نفسه مستقبل التكنولوجيا الحيوية سواء الصناعية والزراعية والبيئية والغذائية والدوائية فى مصر والعالم.

فى هذا البحث نلقى الضوء على التكنولوجيا الحيوية وتطبيقاتها والمعوقات التى تقف أمام البحث العلمى مستخدماً هذه التقنيات الحديثة وتم إلقاء الضوء على مشروع دراسة الجينوم المصرى وأهميته لدى المجتمع المصرى، من خلال ملاحظة العوامل المؤثرة ودراستها ووصفها وصفاً دقيقاً وتحليل النتائج والإحصائيات للتحسين وحل المشكلة.

بالرغم من تأخر مصر فى قطاعات عديدة إلا أنها تسير وبسرعة غير معهودة فى ذلك المجال تحديدًا لأن هناك العديد من المشروعات القومية التي يتم العمل عليها وتهتم بها الدولة والعديد من المؤسسات بشكل غير مسبوق مثل مشروع الجينوم المصري، ومشروعات حفظ الأصول الوراثية للتنوع البيولوجى فى مصر والذي تتداخل فيه عشرات المجالات من أجل قراءة تتابعات الحمض النووى البشرى وغيرها من المشاريع والبنوك الحيوية التى يتم انشاءها. وقد تم وضع المحددات والإجراءات التى تنظم العمل فى المشاريع التى تستخدم التكنولوجيا الحيوية تحت مظلة القانون وأخلاقيات المهنة وذلك لإحترام الكرامة الإنسانية وسرية المعلومات.

إن النتائج المستخلصة من الدراسة تعمد بشكل جذرى على أن يكون خطة البحث العلمى هو أداة التطوير وحل المشكلات لدى المؤسسات، وضع ذلك فى إطار خططى قابل للتنفيذ محققاً أهداف التنمية مستخدماً التكنولوجيا الحيوية فى كل المجالات جنباً بجنب. وجود علاقة قوية غير تنافسية بين البحث العلمى (الجامعات والمراكز البحثية) والمؤسسات العاملة فى شتى المجالات، مع تطوير مهارات شباب الباحثين وكذا زيادة الاعتمادات المالية للبحث العلمى بالجامعات ومراكز الأبحاث ووضع الأُسس والقواضع للإنفاق غلى الأبحاث والإبتكارات المختلفة.

Summary

"Biotechnology" is a relatively new field, not in terms of its presence, but in terms of the principle that the Egyptian society is accustomed to. And the technology applied, whether in diagnosis and treatment, so the future of any sector is the same as the future of biotechnology, whether industrial, agricultural, environmental, food and pharmaceutical in Egypt and the world.

In this research, we shed light on biotechnology, its applications, and the obstacles that stand in the way of scientific research using these modern technologies. The study of the Egyptian genome project and its importance to the Egyptian society were shed light on, by observing the influencing factors, studying them, describing them accurately, and analyzing the results and statistics for improvement and problem solving.

Despite Egypt's delay in many sectors, it is proceeding at an unusual speed in this field precisely because there are many national projects that are being worked on and that the state is interested in and many institutions in an unprecedented way, such as the Egyptian Genome Project, and projects for the conservation of genetic assets for biological diversity in Egypt, which Dozens of fields overlap in it in order to read human DNA sequences and other projects and biobanks that are being established. Determinants and procedures that regulate work in projects that use biotechnology have been set under the umbrella of the law and professional ethics in order to respect human dignity and confidentiality of information.

The results extracted from the study are based radically on making the scientific research plan a tool for development and problem-solving of institutions, putting this within a planary framework that can be implemented, achieving development goals using biotechnology in all fields side by side. The existence of a strong, non-competitive relationship between scientific research (universities and research centers) and institutions working in various fields, with the development of the skills of young researchers, as well as increasing financial funds for scientific research in universities and research centers and laying the foundations for spending on research and various innovations.

المبحث الأول

الإطار النظرى للبحث

1. مقدمة البحث:

مما لا شك فيه أننا نشهد ثورة علمية هائلة فى جميع المجالات تتمثل فى إكتشاف العديد من الحقائق العلمية فى نواحى العلوم المختلفة كالطب والهندسة والفزياء والجيولوجيا والبيولوجيا وفى المجالات الحديثة مثل النانوتكنولوجى Nanotechnology والليزر والتكنولوجيا الحيوية Biotechnology. ومن خلال هذا التقدم الهائل فى العلوم أصبح الإنسان قادراً على مواجهة العديد من المشاكل مثل اكتشاف الأمراض وتشخيصها مبكراً، مما يؤدى إلى وصف العلاج المناسب فى الوقت المناسب (محمد لبيب وعلى صبرى النجار، 2015).

ويساهم البحث العلمى فى تطور الوطن ونمو قدرات أبنائه العلمية والفكرية والسلوكية، ونمو المجتمع اقتصادياً ليحقّق الرفاهية، وحلّ المشكلات فى شتى المجالات وتعظيم الفائدة، وهو مكمن عظمة الأمم. يعد التعرف على الجينوم من أهم الاكتشافات العلمية الحديثة، حيث أدى إلى اكتشاف وظائف العديد من المورثات (الجينات) والتى استخدمت فى مجالات عديدة لتوفر الاحتياجات الضرورية للإنسان (محمد شوشه، 2021).

الخلفية التاريخية:

كيندال هافن (2011): فى كتابه قصة أعظم 100 اكتشاف علمى، إكتشف الراهب النمساوى جريجور مندل مفهوم الوراثة عام 1865م. وفى عام 1953م، اكتشف فرانسيس كريك وجيمس واطسون الشكل الحلزونى المزدوج لجزيئة الحمض النووى ال DNA الحاملة لجميع الأوامر والتعلمات الوراثية. كانت المشكلة تكمن فى وجود البلايين من التعلمات الوراثية ضمن الشفرة الوراثية الكاملة للإنسان، أو الجينوم.

حظى تشارلز دى ليسى Charles De Lisi فى قسم الولايات المتحدة للطاقة DOE بأولي التمويلات الحكومية للبدء بهذا المشروع التذكاري الضخم، وذلك عام 1987م. بحلول عام 1990م، إتحد قسم الطاقة مع المعاهد الوطنية للصحة NIH لتكوين منظمة جديدة تحت اسم الإئتلاف العالمي لتسلسل الجينوم البشرى IHGSC. استدعي جيمس واطسون (الشهير باكتشافه لل DNA) لترؤس المشروع ومُنح خمسة عشر عاماً كمهلة لتكملة هذه المهمة الجبارة.

إعتقد العلماء حينذاك بأن الDNA البشري يحتوي على 100000 مورثة موزعة على 23 كروموسوماً ومثبتة ضمن الحلزون المزدوج للDNA، حيث تتماسك ببعضها بواسطة 3 بلاين من القواعد المزدوجة من الجزيئات. كانت مهمة واطسون تقتضي تعيين وتفسير وترتيب كل مورثة على كل كروموسوم، وكذلك كل واحدة من هذه البلايين من القواعد المزدوجة. بالطبع، كانت القابلية على تعيين وتسلسل المزدوجات موجودة، لكن مشكلة واطسون كانت تكمن فى الحجم. فبإستعمال التقنية الموجودة عام 1990م، كانت مهمة تعيين وتسلسل هذه البلايين الثلاثة من المزدوجات يمكن أن تستغرق آلاف من السنين فى حال اضطلعت بها جميع المختبرات معاً.

قرر واطسون البدء بخرائط كبيرة المقياس لما كان معروفاً عن الكروموسومات ومن ثم يهبط نحو تفاصيل المزدوجات المنفصلة. فقام بتوجيه جميع العلماء بال_IHGSC للعمل على رسم خرائط بنيوية وترابطية للكروموسومات الثلاثة والعشرين، والتى من شأنها أن توفر نظرة عامة على الجينوم البشرى وتحتوى على تلك "القصاصات القليلة من التسلسلات الوراثية الحقيقية" التي كانت معروفة للتو.

التقطت الحكومة الأميركية فكرة مشروع الجينوم المرجعي فى عام 1984، وبدأ تنفذه رسميا فى عام 1990، وقد كان من المخطط له أن يستغرق 15 عاماً، لكن التطورات التكنولوجية عجلت العمل به حتي أوشك على الانتهاء قبل موعدهِ المحدد لهُ بسنوات. فأعلنت نتائجه الأولية عام 2000، وأعلنت النتيجة النهائية للمشروع عام 2003،

ولا يزال أكبر مشروع بيولوجي تعاوني فى العالم. ويعد مشروع الجينوم البشري Human Genome Project (HGP)مشروعًا بحثيا علميا دوليا بدأ المشروع فى الولايات المتحدة كجهد مشترك بين وزارة الطاقة Department of Energy (DOE)، والمعاهد الوطنية للصحة .(NIH) وتمثلت الأهداف المعلنة للمشروع فما يلي: **(عبد الحليم حفينه،2021)**.

أولاً: تحديد الجينات التي يحتوى علىها DNA البشري، وعددها 100.000 جين تقريباً (ونعرف الآن انها نحو 22.000 جين فقط).

ثانياً: تحديد متوالية sequence القواعد الكيميائية التي تكون DNA البشري وعددها 3و3 مليارات زوج قواعد.

ثالثاً: **تخزين هذه المعلومات** على قواعد بيانات.databases

رابعاً: تطوير الأدوات اللازمة لتحليل البيانات.

خامساً: دراسة القضايا الأخلاقية، والقانونية، والاجتماعية التى قد تنتج عن المشروع.

إنتهى هذا المجهود الأول بحلول عام 1994م. أمر واطسون علماء ال IHGSC بتخطيط الجينوم الكامل للأنواع الحياتية الأبسط على الأرض والمعرفة لهم بشكل أفضل بغية تحسين وتنقيح تقنيتهم قبل محاولة العمل على الجينوم البشري. اختار علماء ال_IHGSC بدورهم ذبابة الفاكهة (المدروسة بشكل موسع منذ عام 1910م)، . (البكتيريا المعوية المعروفة)، عفون الخبز، والديدان الخيطية البسيطة.

وفى منتصف التسعينات من القرن الماضى، بدأ العمل على تخطيط عشرات الملايين من القواعد المزدوجة المؤلفة هذه الجينومات البسيطة. لم يوافق جميع البيولوجيين على هذه الطريقة. فقد آمن J . Craig Venter بأن العلماء كانوا سيهدرون سنوات عينة وهم يركزون على الصورة الكبيرة» لواطسون فى حين كان علىهم أن يرتبوا كل ما يقدرون علىه من أجزاء محددة دقيقة من الجينوم ومن ثم يقومون بإلحاق هذه التسلسلات المنفردة بعضها لاحقاً.

فى عام 1998م، صدم فينتر بتصريحه نيته إستعمال كومبيوترات خارقة مترابطة لتكملة تسلسله لكامل الجينوم البشرى بحلول 2002م، أى بثلاث سنوات قبل الجدول الزمنى للIHGSC. بأوائل عام 2000م، تدخل الرئيس الأمريكى بيل كلينتون لإنهاء الحرب المحتدمة بين الطرفين وانضوائهما تحت جهد جينومى موحد. فى عام 2003م، أصدر هذا الفريق الموحد تقريره التمهدى، تضمن تفصيلاً للتسلسل الكامل للجينوم البشرى. تحريرياً، كان ذاك الجينوم سيملأ 150000 صفحة مطبوعة. المثير للدهشة، أن هؤلاء العلماء وجدوا بأن البشر يملكون 25000 إلى 28000 مورثة (نزولاً من 100000 افترضت سابقاً)، وبأن التسلسل الوراثى البشرى مختلف عن العديد من الأنواع الحياتية الأخرى بنسب مئوية قليلة فقط.

دراسة محمد شوشة (2021) بعنوان البحث العلمى فى مصر.. مشكلات وحلول: رغم أن المعلومات عن هذا التسلسل الوراثى لا تتعدى سنوات قليلة، إلا أنها ساعدت الباحثين الطبيين على تحقيق خطوات تقدمية كبيرة فى مجال التعامل مع العديد من الأمراض والعاهات الولادية، ومن المزمع أن يتم الكشف عن قيمته الكاملة فى إنجازات طبية كبيرة على مر العشرين إلى الخمسين سنة قادمة.

إن السبب الحقيقى وراء عدم جدوى البحث العلمى فى مصر لخدمة احتياجات المجتمع يتمثل فى عدم وجود خطة استراتيجية واضحة للبحث العلمى فى الجامعات والمراكز البحثية بحيث تكون متسقه مع خطة التنمية المستدامة للدولة 2030، مما أدى بدوره الى عدم الدقة فى إختيار الباحث للموضوعات البحثية التى قد تخدم المجتمع وتعود بالنفع على الدولة، فأصبح البحث العلمى فى معزل عن التطبيق. وبسبب نقص التعاون بين الجهات البحثية ومؤسسات قطاع الإنتاج، وافتقد البحث معناه الحقيقي فى الابتكار وتقديم الخدمات وإحداث

التطوير وحل المشكلات، وهو ما أدى بدورة الي انعدام آلية وأخلاقيات البحث العلمى خاصة لدى صغار الباحثين المبتدئين.

كما أن ضعف الإمكانات وقلة التمويل للبحث العلمى وعدم كفايته فى ميزانية الدولة مقارنة بمثيلتها فى الدول المتقدمة. وهو ما تسبب فى ان الباحث غير متفرغ للبحث العلمى لعدم كفاية العائد المادى منه لمقومات الحياة، فانشغل بتدبير أمور معيشته عن البحث، وهو ما أنشأ فجوه بين الباحث والتطورات العلمىه بمجاله فى الدول المتقدمه علمياً، تجلعه لا يستطيع ادراك الركب اذا اراد اللحاق والعوده لاستكمال نشاطه البحثى. وقد تنجح بعض الأبحاث العلمية فى إحدى الجامعات او المراكز فى تلبية بعض المتطلبات الضرورية للمجتمع إلا انها تظل مغمور فى طى الكتمان والنسيان لفقدان السياسة التسويقية للبحث.

بالرغم من تأخر مصر فى قطاعات عديدة فى البحث العلمى وخاصة فى المجال الصحى، إلا أنها تسير وبسرعة غير معهودة فى ذلك المجال تحديداً، لأن هناك العديد من المشروعات القومية التى يتم العمل علىها وتهتم بها الدولة والعديد من المؤسسات بشكل غير مسبوق مثل مشروع الجينوم المصرى، ومشروعات حفظ الأصول الوراثية للتنوع البيولوجى فى مصر والذى تداخل فيه عشرات المجالات من أجل قراءة تتابعات الحمض النووى البشرى وغيرها من المشاريع والبنوك الحيوية التى يتم إنشاءها. سيتيح مشروع الجينوم البشرى فوائد جمة للبشرية، يمكننا توقع بعضها بينما سنفاجأ بالبعض الآخر، كتطوير أدوية ومعالجات جديدة، بالإضافة إلى صنع أدوية جديدة، يمكن اعتبار مشروع الجينوم البشري كبداية لحقبة جديدة من الطب الشخصى .Personalized medicine فالناس يميلون للاستجابة بصورة مختلفة تماماً للأدوية التى يصفها لهم الأطباء.

2. مشكلة البحث:

يساهم البحث العلمى فى تطور مجالات كثيرة منها المجال الصحى والتى تنعكس على نمو المجتمع اقتصادياً ليحقّق الرفاهية، وحلّ المشكلات الصحية والبيئية. فالتكنولوجيا الحيوية تتدخل فى القطاع الصحى لتساعد المرضى بالشكل الذى يعجز عنه أى مجال علمى آخر، لذا فإن التكنولوجيا الحيوية لا تقوم فقط بتشخيص المرض بدقة متناهية بل كذلك تقوم بعلاجه قبل أن يظهر المرض ويؤثر على الأنسان ووظائفه الحيوية المختلفة. إلا أن المستقبل القريب سيشهد حلول تقنيات التكنولوجيا الحيوية محل كل الطرق التقليدية للمجال الطبى حاليا، وأن المجال الطبى كما هو متعارف عليه اليوم تقريبا سيختفى لأنه ليس من المنطقى أن يتناول ملايين الأشخاص نفس العلاج عند أصابتهم بمرض ما، لذلك فإن التكنولوجيا الحيوية بمفاهيمها الثورية فى المجال الطبى ستحل محل كل ما هو موجود الآن على الساحة.

ولقد عانى البحث العلمى فى مصر وضعاً صعباً، جعل الفجوة كبيرة إذا ما قورن عالميا. فأصبح البحث العلمى فى معزل عن التطبيق، وبسبب نقص التعاون بين الجهات البحثية ومؤسسات قطاع الإنتاج. إن إستخدام التكنولوجيا الحيوية مؤخراً لحل المشكلات الصحية ووضع آليات وأُسس وعمل خريطة وخطة صحية، ولعل من أهم تطبيقات التكنولوجيا الحيوية –من خلال مشروعات بحثية– مشروع الجينوم المصرى وبمشاركة جهات بحثية متعددة، لدراسة الجينوم المرجعى للمصريين القدماء، خاصة أن الحضارة الفرعونية هى الأولى فى التاريخ. وكذلك فهم دراسة تركيبة الجينوم يساعد فى اكتشاف بعض أسرار الأجداد وفهم طبيعة الأمراض المتعلقة بالخلل الجينى التى تصيب المصريين، ورسم خريطة الحالة الصحية ليضع مصر ضمن الصفوف الأولى فى هذا المجال.

3. أهداف البحث:

تقديم مقترحات لتفعيل دور التكنولوجيا الحيويه وتطبيقاتها الجينية فى القطاع الصحى فى مصر فى ضوء خبرات محلية وخارجية مستفادة، من خلال:

- التعرف على هيكل القطاع الصحى وتطبيقات التكنولوجيا الحيويه لدعم الصحه.
- تحليل خبرات تطبيق التكنولوجيا الحيويه فى قطاعات صحيه فى بعض دول العالم.
- تقييم أدوار مشروع الجينوم المصرى فى دعم تطبيقات التكنولوجيا الحيويه فى القطاع الصحى.
- طرح مداخل ومقترحات لتفعيل دور التكنولوجيا الحيويه/ الجينية فى القطاع الصحى بمصر.

البحث عن أسباب المشكلة بأطرافها والتى تشمل:

- تضارب الأهداف البحثية بين الجهات المختلفة.
- عدم التكامل والتفاهم بين الجهات العلمية فى مجال البحث العلمى.
- نقص المعلومات عن عمل الخريطة الصحية بمصر.
- وجود خلل واضح فى التمويل على الأبحاث، لعدم وجود خطة بحثية واضحة.

4.أهمية البحث:

أهمية الصحة والتكنولوجيا الحيويه والتطبيقات الجينية، فالتكنولوجيا الحيوية تتدخل فى القطاع الصحى لتساعد المرضى بالشكل الذى يعجز عنه أى مجال علمى آخر، والتى تنعكس على نمو المجتمع إقتصادياً ليحقّق الرفاهية، وحلّ المشكلات الصحية والبيئية، ليحقق أهداف التنمية المستدامة ورؤية مصر 2030

5. تساؤلات البحث:

- ما هى أهمية التكنولوجيا الحيوية وخاصة فى المجال الصحى فى مصر والتحديات الراهنة؟
- ماهى أهم خبرات وتطبيقات التكنولوجيا الحيوية فى المجال الصحى فى بعض دول العالم؟
- ماهى مداخل وأدوات تفعيل دور التكنولوجيا الحيوية فى القطاع الصحى فى مصر فى ضوء الخبرات العالمية؟

6.منهجية البحث:

- **المنهج الوصفى،** حيت يتم ملاحظة العوامل المؤثرة ودراستها ووصفها وصفاً دقيقاً وتحليل النتائج والإحصائيات للتحسين وحل المشكلة.
- **منهج دراسة الحالة،** من خلال التطبيق على مشروع الجينوم المصرى.

7.حدود البحث:

- **الحدود الموضوعية:** والتى تبحث فى العوامل المؤثرة على تطبيق التكنولوجيا الحيوية والجينية فى القطاع الصحى فى مصر وأنشطة البحث العلمى المرتبطه به.
- **الحدود الزمنية:** 2021 – 2022.
- **الحدود المكانية:** مشروع الجينوم المصرى.

8. الدراسات السابقة

8-1. دراسة طارق قابيل 2020 بعنوان مشروع الجينوم المصرى.. أن تأتي متأخرًا خير من ألا تأتي أبدًا! الجزء الأول : ما هو الجينوم، وما هي أهمية دراسته؟

تُشير الثورة التكنولوجية إلي تحويل المعارف النظرية إلي أدوات وتقنيات وخدمات ومنتجات يمكن إستخدامها والإستفادة منها بشكل عملي بين عامة الشعوب. بذلك يمكن التغلب على تحديات التنمية المستدامة والأمن الغذائي والجفاف ونقص الموارد وغيرها من مشكلات المجتمع. وتتربع على رأس تلك المجالات مجال التكنولوجيا الحيوية وتكنولوجيا النانو والمعلوماتية الحيوية الذين يتداخلون تقريبا فى كل مجالات الحياة بلا استثناء.

لكل شعب محتواه الوراثي الخاص به الذي يميزه عن بقية الشعوب. ويعود سبب هذا التنوُّع لاختلاف البيئات التي يعيشون فيها، وتنوُّع العادات والسلوكيات المجتمعية. ونظراً لأهمية هذه الاختلافات الوراثية بين الشعوب، بدأت مراكز الأبحاث العالمية بالتركيز على إيجاد علاجات وأدوية مخصصة فقط لشعوبها، وذلك باعتمادها على قواعد البيانات الوراثية الخاصة بكل شعب، التي قد لا تعمل بالكفاءة نفسها فيما لو تم استخدامها على الشعوب الأخرى. ومن هنا برزت أهمية قواعد البيانات الوراثية الوطنية بإختلاف أهدافها.

8-2. دراسة إيهاب عبد الرحيم (2021): بعنوان الجينوم البشرى على وشك الإكتمال عبر إكتشاف نحو 115 جينًا جديدًا"

سيتيح مشروع الجينوم البشرى فوائد جمة للبشرية، يمكننا توقع بعضها بينما سنفاجأ بالبعض الآخر. أما الفوائد المتوقعة للعلاج بالجينات فهائلة، ويمكن تلخيصها فى مجالات عدة كالتالى: تطوير أدوية ومعالجات جديدة، بالإضافة إلي صنع أدوية جديدة، يمكن اعتبار مشروع الجينوم البشري كبداية لحقبة جديدة من الطب الشخصي Personalized medicine. فالناس يميلون للاستجابة بصورة مختلفة تماماً للأدوية التي يصفها لهم الأطباء حتي 50% من الأشخاص الذين يتناولون دواء معينا سيجدون أنه إما غير مؤثر، أو أنهم سيتعرضون لتأثيرات جانبية غير مرغوبة. وقد اتضح أن 99.9% من متتاليات الـ DNA متشابهة فى جميع البشر (ولذلك فنحن ننتمي جميعاً للنوع الحي نفسه)، لكن هذا الفرق الذي لا يزيد على 0.1% قد يفسّر استجاباتنا الفردية للأدوية وقابليتنا للإصابة بالأمراض الخطيرة.

8-3. دراسة عبد الحليم حفينة (2021) بعنوان : "مشروع الجينوم المرجعي".. مصر تبني خريطة للأجداد والأحفاد

إن الجينوم المرجعى (المعروف أيضاً باسم التجميع المرجعى) هو قاعدة بيانات رقمية لتسلسل الحمض النووى، تم تجميعها من قبل العلماء كمثال تمثيلي لمجموعة الجينات فى كائن فردي مثالي لأحد الأنواع. وفى النهاية يشبه الجينوم المرجعي فسيفساء ولا يمثل أي فرد، بل يحدد صفات عامة للإثنيات والعرقيات. إن أهم ما يميز مشروع الجينوم المرجعي المصرى، هو دراسة الجينوم المرجعي للمصريين القدماء، خاصة أن الحضارة الفرعونية هى الأولي فى التاريخ، وفهم تركيبة الجينوم يساعد فى اكتشاف بعض أسرار الأجداد، ويمكن فهم طبيعة الأمراض التي كانت تصيب المصريين القدماء، والحالة الصحية، من الأمراض التي كانت تصيبهم خلال تلك الفترة" مشيرًا إلي أن هذه العملية سوف تكون أشبه بعملية تاريخ علمي لتلك الحضارة العظيمة، وهو الأمر الذى لا تحظى به أى دولة أخرى.

وأن أهمية المشروع لا تتوقف فقط عند تحديد مدى قرابة المصريين إلي العرقيات والإثنيات الأخرى، لكن الأهم هو ما يمثله المشروع فى تحديد مدى ملائمة الأدوية للمصريين، خاصة أن البشرية مقبلة على عصر الطب الشخصى،

وهو نموذج طبى يقسم الناس إلى مجموعات مختلفة تساعد على تحسين القرارات والتدخلات الطبية، وكذلك المنتجات العلاجية المصممة خصيصاً للمريض استناداً إلي الاستجابة المتوقعة أو خطر الإصابة بالمرض.
كما أن مشروع الجينوم المرجعي يساعد على فهم ما يميز المصريين عن غيرهم فى الاستجابة للأدوية المختلفة، وكيفية الإصابة بالأمراض، وهو ما يعنينا فى النهاية ويدعم المنظومة الصحة المصرية بشكل إيجابي
يقول **عبد الحليم حفينة 2021** أن المشروع يستهدف الحصول على عينات عشوائية، ممثلة لكل فئات الشعب المصرى من كل المناطق الجغرافية. وأن البداية ستكون بالحصول على عينات من أشخاص أصحاء، لبناء قاعدة البيانات للجينوم المرجعي المصرى. ثم يتم أخذ عينات من الأشخاص المصابين بكل الأمراض، ثم نقوم بدراسة الجينوم الخاص بهم، ونقارنه بالجينوم المرجعى الذي تم التوصل له من الأشخاص الأصحاء، بإستخدام المنهج الوصفى والمنهج المقارن، وهو ما يساعدنا على فهم طبيعة تفاعل أجسام المصريين مع الأمراض، وبالتالي التوصل إلي العلاجات الفاعلة.
كما أن المشروع المصرى ليس الأول من نوعه، لكنه يعد الأكبر فى إفريقيا. ويوضح أن الولايات المتحدة الأميريكية كانت أول من أطلقت مشروع الجينوم المرجعي الدولي، العالمي، لافتاً أنها حققت عوائد مادية ضخمة من وراء هذا المشروع، فكل دولار أنفق فيه، جلب 175 دولار فى المقابل فى صورة عوائد اقتصادية .

8-4. دراسة محمد لبيب سالم وصبري على النجار (2015): بعنوان الجينوم البشري بين نعمة الاكتشاف ونقمة التطبيق

أوضحا أنه سيتيح مشروع الجينوم البشري فوائد جمة للبشرية، يمكننا توقع بعضها بينما سنفاجأ بالبعض الآخر، بإستخدام المنهج الوصفى، أما الفوائد المتوقعة للعلاج بالجينات فهائلة، ويمكن سردها فى مجالات عدة كالتالي:

- **الطب الشخصي Personalized medicine** يعتبر مشروع الجينوم البشري كبداية لحقبة جديدة لتطوير أدوية ومعالجات جديدة بالإضافة إلي صنع أدوية جديدة.
- الطب الجزيئي (Molecular medicine) يساعد فى تحسين سرعة تشخيص الأمراض بدقة والاكتشاف المبكر للإصابة بالأمراض الوراثية.
- **الجينوميات الجرثومية Microbial genomics** يستخدم كمصدر جديدة للطاقة (الوقود الحيوي Biofuels) ومراقبة البيئة لاكتشاف الملوّثات.
- **الدراسات السكانية والأنثروبولوجية:** دراسة التطور عبر طفرات الخط الجنسي germline فى السلالات البشرية المختلفة ، ودراسة أنماط هجرة المجموعات السكانية المختلفة.
- **استخدامات DNA فى مجال الطب الشرعى:** التعرف على المشتبه بهم المحتملين التي قد يطابق DNA الخاص بهم الأدلة الموجودة فى مسرح الجريمة، يساعد فى إتخاذ قرار للأشخاص المتهمين بالخطأ فى الجرائم.
- **الزراعة، وتربية الحيوان، والمعالجة البيولوجية:** تحديد نسب البذور أو الماشية فى برامج التهجين. والمحاصيل المقاومة للأمراض، والحشرات، والجفاف. وحيوانات المزرعة الصحيحة، والأكثر إنتاجاً، والمقاومة للأمراض.

وكشف كلاً من محمد لبيب سالم و صبري على النجار، أن مع كل المميزات البالغة الأهمية لتطبيقات الجينوم البشري ، إلا أن اكتشاف الجينات الوظيفة فى الإنسان والكائنات الأخري قد يكون نقمة وسلاح ذو حدين وذلك من خلال انتاج أشكال مختلفة من الكائنات الحية الغير مرغوب فها مثل انتاج فروسات أو بكتريا معدلة وراثياً

واستخدامها فى الحروب البيولوجية مما يؤدي إلي سيطرة بعض الدول على الأخري ونشوب مشاكل اجتماعية وأخلاقية لاحصر لها.

فعلى سبيل المثال، كلنا نعلم أن الخلايا الجسدية تموت بموت صاحبها ولكن الخلايا الجنسية قد تستمر حية لعدد كبير من الأعوام إذا حفظت حتي بعد موت صاحبها فى ثلاجات تبريد. ومن هنا فإن هناك جدل واسع حول امكانية استخدام الجينات المعدلة فى علاج تلك الخلايا وتكوين أجنة تحمل صفات وراثية مختلفة. وكذلك يمكن من خلال معرفة الخريطة الجينية أن يرفض الأزواج إنجاب أطفال، وذلك لاحتمالية وجود اعاقات طفيفة بعد الولادة، وحيث جري العرف على تقبلها فى معظم الأحيان مما قد يؤدي إلي نشوء مشاكل اجتماعية ونفسية. ومن خلال الجينوم البشري أيضاً وإساءة تطبيقاته يمكن تحسين النسل البشري باستخدام خاصية الانتقاء مما قد ينتج عنه وجود العنصرية والتمييز إلي طراز معين من البشر من حيث اللون والصفات الأخري.

ومن الممكن أيضاً فى حالة العبث العلمى وعدم تطبيق أخلاقيات البحث العلمى أن يتم إنتاج أجنة بشرية معدلة وراثياً وذلك لأغراض بحثية. ومع اكتشاف الخريطة الجينية فإن بعض الحكومات قد تستخدم معرفة الخريطة الجينية ضد بعض الأفراد، وكذلك الشركات قد ترفض التأمين أو قبول الأشخاص للعمل لديها إذا ما اتضح أن الخريطة الجينية للمتقدم توجد بها احتماليات للإصابة بالأورام أو الأمراض الأخرى مستقبلاً.

9. مفاهيم أساسية :

يعتمد عرض المفاهيم الأساسية للتكنولوجيا الحيوية على (حسين محمد، 2021)، و(نشوى الخزرجى2022) ، والذى تم التركيز على التكنولوجيات الحيوية الطبية، أنواعها وتطبيقاتها.

9-1 التكنولوجيا الحيوية Biotechnology

«التكنولوجيا الحيوية – Biotechnology»، هو مجال جديد نسبيًا ليس من حيث تواجده وإنما من حيث المبدئ الذي تعود عليه المجتمع المصري، فهو مجال يجمع العديد من فروع العلوم ومجالات الهندسة والمعلوماتية فى اطار واحد، وهو مصطلح جديد تم اطلاقه على مجموعة جديدة من المجالات منها تكنولوجيا النانو والتكنولوجيا الحيوية والمعلوماتية الحيوية وتكنولوجيا النانو الحيوية، كل تلك المجالات هي «تكنولوجيا» وليست علماً يُمكن تطبيقها على أى مجال أو أى علم آخر. ما هو مستقبل التكنولوجيا الحيوية فى مصر؟

إذا تحدثنا مثلا كم الإستثمارات ومستقبل الرعاية الصحية ورأينا كم الأنشاءات التي يتم انشاءها كل يوم من مستشفيات ومراكز رعاية وزراعة اعضاء وجراحة ...إلخ، وأن العديد من المؤسسات تتجه لتطوير نفسها من خلال أحدث التقنيات والتكنولوجيا المطبقة سواء فى التشخيص و العلاج إذن أن مستقبل أى قطاع هو نفسه مستقبل التكنولوجيا الحيوية سواء الصناعية والزراعية والبيئية والغذائية والدوائية فى مصر والعالم.

بالرغم من تأخر مصر فى قطاعات عديدة إلا أنها تسير وبسرعة غير معهودة فى ذلك المجال تحديدًا لأن هناك العديد من المشروعات القومية التي يتم العمل عليها وتهتم بها الدولة والعديد من المؤسسات بشكل غير مسبوق مثل مشروع الجينوم المصرى، ومشروعات حفظ الأصول الوراثية للتنوع البيولوجي فى مصر والذي تداخل فيه عشرات المجالات من أجل قراءة تتابعات الحمض النووى البشرى وغيرها من المشاريع والبنوك الحيوية التى يتم انشاءها.

إن البحوث العلمية متداخلة ومتعددة المجالات لإيجاد نقاط بحثية مشتركة بين أكثر من مجال تعود مخرجاتها البحثية بالنفع على المجتمع ككل من أجل وضع حلول عملية لتلك المشكلات والتحديات ، كأبحاث الغذاء والطاقة والمياه والدواء تحتاج لتدخل من باحثين وعلماء فى مجالات شتى. أن الدولة لا توفر المناخ المناسب من أجل

ذلك، إلا أن التمويل المتوفر للعديد من المشروعات البحثية من الجهات المانحة الحكومية لا توجهه إلى مشروعات بحثية حسب الإستراتيجية البحثية.

9-2. المعلوماتية الحيوية – Bioinformatics» والمعلوماتية الطبية

9-2-1. المعلوماتية الحيوية: فالمعلوماتية الحيوية أو الـ«Bioinformatics» هو تخصص تتداخل فيه المجالات يقوم بالأساس على تطوير طرق وأدوات برمجية تساعد على فهم أعمق للبيانات البيولوجية خاصة عندما تكون هذه البيانات ضخمة أو معقدة. بالتالي فإن هذا المجال يدمج البيولوجيا بعلوم الحاسب والبرمجيات والمعلوميات والرياضيات والأحصاء بهدف تحليل وإدارة تلك البيانات البيولوجية، وكنتيجة لتداخل المعلوماتية الحيوية مع التكنولوجيا الحيوية بهذا الشكل الغير مسبوق ظهرت عائلة جديدة من علوم المستقبل تضم الجينوميات والبروتيوميات.

9-2-2. المعلوماتية الطبية: تُعرف المعلوماتية الطبية كذلك بالمعلوماتية الصحية « Healthcare informatics or biomedical informatics»، وهي أحد فروع مجال علوم الحاسب الذي يستخدم التقنيات المعلوماتية فى المجال الطبي. ويعد هذا المجال مَعنى بشكل أكبر بإداراة البيانات الطبية فى المستشفيات والمراكز الطبية خاصة بيانات المرضى وتحليلها والاستفادة منها. إلا أنه لا يتعامل مع البيانات البيولوجية على عكس المعلوماتية الحيوية.

لقد أصبحنا فى القرن الحادى عشر الآن نعيش ثورة حقيقية فى البحوث العلمية من حيث تغير أهدافها وطبيعة إجرائها، ففى مقابل تراكم المعلومات والحقائق التى تم التوصل لها، مَنْ يقوم بالإستفادة من تلك المعلومات فى صورة مشاريع من الممكن أن تمد يد العون لأكثر من سبعة مليارات انسان؟

ومصطلح الثورة التكنولوجية يُشير إلى التوجه العام نحو تحويل تلك المعارف النظرية إلى أدوات وتقنيات وخدمات ومنتجات يُمكن استخدامها والاستفادة منها بشكل عملى بين عامة الشعوب فى كل بِقاع الأرض. بذلك يُمكن التغلب على تحديات التنمية المستدامة والأمن الغذائى والجفاف ونقص الموارد وغيرها من مشكلات المجتمع. تتربع على رأس تلك المجالات مجال التكنولوجيا الحيوية وتكنولوجيا النانو والمعلوماتية الحيوية الذين يتداخلون تقريبا فى كل مجالات الحياة بلا استثناء.

9-3. التكنولوجيا الحيوية – Biotechnology» والطب البشرى

يجب أن نتطرق لأن المجال الطبي وتحديداً الطب البشرى هو ذلك المجال الذي يهتم بصحة الانسان وحسب فى جميع مراحله العمرية ومن أجل محاولة إيضاح بعض المفاهيم العلمية المهمة يجب العلم بأن الأطباء يهتمون فى دراستهم بالانسان على مستوى الأجهزة والأعضاء والأنسجة.

فالتكنولوجيا الحيوية تتدخل فى القِطاع الصحى لتساعد المرضى بالشكل الذى يعجز عنه أى مجال علمى آخر، ببساطة لأن العاملين بالتكنولوجيا الحيوية بإمكانهم التعرف لما هو أبعد بكثير من الأنسجة البشرية، حيث نتعامل على مستوى الخلية ومستوى حمضها النووى. لذا فإن التكنولوجيا الحيوية لا تقوم فقط بتشخيص المرض بدقة متناهية بل كذلك تقوم بعلاجه قبل حتى أن يظهر ذلك المرض ويؤثر على الأنسان ووظائفه الحيوية المختلفة. إلا أن المستقبل القريب سيشهد حلول تقنيات التكنولوجيا الحيوية محل كل الطرق التقليدية للمجال الطبى حاليا. بسبب ظهور ما يُدعى بالطب الشخصى أو الطب الجُزيئى، بمعنى أن المجال الطبى كما هو متعارف عليه اليوم تقريبا سيختفى لأنه ليس من المنطقى أن يتناول ملايين الأشخاص نفس العلاج عند أصابتهم بمرض ما، لذلك فإن التكنولوجيا الحيوية بمفاهيمها الثورية فى المجال الطبى ستحل محل كل ما هو موجود الآن على الساحة.

9-4. التكنولوجيا الحيوية والهندسة الطبية

هناك بعض الفروع الهندسية المرتبطة بمجال التكنولوجيا الحيوية، فمثلا من الوارد أن ترى متخصصين بمجال التكنولوجيا الحيوية يتدخلون بشكل أو بآخر فى صناعة بعض الأجهزة والمعدات والروبوتات التي تعتمد فى آلية عملها على الأنظمة الحية، وهذا ما دعوته بالنظام الهجين ، فالنظام الهجين هو ذلك النظام الذي يجمع بين الخصائص الميكانيكية أو الإليكترونية وبين مثيله فى الكائن الحي، بمعنى أن ذلك النظام الآلي يحتوي من ضمن مكوناته على جزء حيوي ما، فمثلا هناك أبحاث يتم إجرائها الآن على الحمض النووي من أجل تخزين البيانات عليه وكذلك يتم تصنيع ما يُدعى بالروبوتات الحيوية والتي تعمل بالأنظمة الحية المُدمجة مع أنظمتها الآلية، بالإضافة للأطراف الصناعية الحيوية التي تتصل مع الأنظمة العصبية للمصابين. كما أن متخصصي التكنولوجيا الحيوية قد يكونوا حلقة وصل فى غاية الأهمية بالعديد من المشاريع العابرة للمجالات مثل مشروع الجينوم البشري ومشروع جينوم الأرض.

9-5.التكنولوجيا الحيوية والميكروبيولوجيا

الميكروبيولوجيا أو علم دراسة الأحياء الدقيقة مثل البكتيريا والفطريات من نواحي خصائصها وسماتها المظهرية التي لا تُرى بالعين المُجردة، لذا يستلزم ذلك رؤية مجهرية باستخدام انواع المجهر المختلفة، فضلا عن ذلك يتم دراسة تصنيفها واستخداماتها المحتملة وأضرارها أو فوائدها. إن علم الأحياء الدقيقة مثل أي علم حيوي آخر هو علم نظري بحت مهتم بالجوانب الأكاديمية للمجال حيث يركز دارسية على الفحص والدراسة والتحليل وإجراء التجارب ونشر الأبحاث العلمية داخل إطار المؤسسات البحثية، فإن التكنولوجيا الحيوية تنقل المعرفة التى يقدمها علم الأحياء الدقيقة من الجانب النظرى للجانب التطبيقى من حيث عمل المشاريع وسوق العمل وإنتاج المنتجات، لأن علم الأحياء الدقيقة مثل أى علم آخر فهو يقف عند الجانب البحثى.

9-6.التكنولوجيا الحيوية والكيمياء الحيوية

يعتمد على البحث وفِهم المركبات والجزيئات والتفاعلات الحيوية التى تتم بداخل الكائنات والأنظمة الحية، مثل الانزيمات والبروتينات والكربوهيدرات وغير ذلك من مسارات التفاعلات الحيوية المختلفة. إلا أن مجال التكنولوجيا الحيوية يُركز على إستنباط الأدوات والتقنيات من مُختلف ما يحتويه من علوم من أجل تحقيق أهدافه، ومن ضمن تلك العلوم علم الكيمياء الحيوية، حيث يساهم بشكل محورى وأساسى فى إمداد متخصصى التكنولوجيا الحيوية بما يحتاجوه من معرفة أساسية لبدء إستحداث تقنيات قائمة على تلك المعرفة التى اكتسبوها.

9-7.التكنولوجيا الحيوية والهندسة الوراثية

الهندسة الوراثية هو مجال تطبيقي قائم على علم الوراثة، بالتالي فإن علم الوراثة عندما بدأ تطبيقه ظهرت الهندسة الوراثية كوجه تطبيقي لذلك العلم، كذلك فهو يتكون من مجموعة أدوات وتقنيات يتم استخدامها لتحقيق التطبيقات التي يهدف لها المجال التطبيقي، على سبيل المثال تقنية التعديل الجيني لأهداف تنمية الثروة الحيوانية مثلاً تحسين المحاصيل الزراعية. وعلى نفس المنوال تتنوع تقنيات وأدوات الهندسة الوراثية لتحقيق مختلف الأهداف المرجوة منها. فالهندسة الوراثية تقع تحت مظلة مجال التكنولوجيا الحيوية مثلها كمثل كافة العلوم والمجالات التي يستخدمها مجال التكنولوجيا الحيوية فى تحقيق أهدافه.

8-9. أنواع التكنولوجيا الحيوية: المجالات التطبيقية للتكنولوجيا الحيوية:

خرجت علينا الكثير من التصنيفات والشركات العالمية التى أشارت لمجالات تطبيق التكنولوجيا الحيوية بإستخدام ألوان تُعبر عنها وتختصر مدلوله.

- التكنولوجيا الحيوية الخضراء
- التكنولوجيا الحيوية الحمراء
- التكنولوجيا الحيوية الصفراء
- التكنولوجيا الحيوية البيضاء
- التكنولوجيا الحيوية الزرقاء
- التكنولوجيا الحيوية الذهبية
- التكنولوجيا الحيوية البنية
- التكنولوجيا الحيوية البنفسجية
- التكنولوجيا الحيوية السوداء

- **التكنولوجيا الحيوية الخضراء – «Green Biotechnology**

- **«تكنولوجيا حيوية الأغذية – Food Biotechnology»:**

التكنولوجيا الحيوية فى مجال الأغذية وغرضه هو إستخدام التقنيات الحيوية المُختلفة فى التصنيع الغِذائى بشكل عام للحفظ أو الإنتاج أو المُحافظة على جودة الغِذاء فى المصانع والشركات وتتضمن كذلك تعديل «الأحياء الدقيقة» المُستخدمة فى التصنيع الغذائى.

- **«التكنولوجيا الحيوية الزراعية – Agricultural Biotechnology»:**

هو تحسين المحاصيل الزراعية من خلال تقنيات الهندسة الوراثية سواء لحمايتها من الآفات الضارة، الجفاف، البرودة، الحرارة أو حتى لزيادة إنتاجها لتُلائم بذلك حاجة الإنسان المُتزايدة من الغِذاء. ويشمل كذلك إستخدام التقنيات الحيوية على حيوانات المزرعة والأحياء الدقيقة الإقتصادية التى لها أهمية فى مجال الزراعة لإنتاج «الأسمدة الحيوية – Bio fertilizers»، علاوة على أن مجال التكنولوجيا الحيوية الزراعية مسئول بشكل كبير كذلك عن النباتات والطبية والعطرية التى لها دور كبير فى إنتاج المواد الفعالة للإدوية حيث يُساهم الباحثين فى محاولة تحسين وزيادة إنتاج المادة الفاعلة بداخل النباتات الطبية لتلبية الحاجة المُتزيدة على الدواء فى الأعوام المُقبلة.

- **«التكنولوجيا الحيوية البيئية – Environmental Biotechnology»:**

ويشير ذلك لتطبيقات التكنولوجيا الحيوية التى من شأنها المُحافظة على البيئة طبيعية ونقية غير ملوثة بأى نوع من أنواع الملوثات الكيميائية أو الحيوية. على سبيل المِثال بقع البترول التى تتركها الناقلات العملاقة ورائها فى المُحيطات نتيجة التسريبات، حيث يقوم الباحثون بالبحث عن نوع من الكائنات الحية الدقيقة التى تتغذى على جُزيئات الهيدروكربون ومن ثَمَ بعد ضمان أن ناتج هذه العملية سيكون مُلائمًا للبيئة يقوموا بنشر هذا النوع من البكتيريا على بُقعة البترول للتخلص منها فى غضون ساعات. كذلك يتم إستخدام هذه التقنية فى مُعالجة المياه والتُربة وحتى الهواء على نفس المنوال وتُسمى بتقنية «المُعالجة الحيوية – Bioremediation». كذلك التكنولوجيا الحيوية البيئية تُعتبر محور من محاور إنتاج الطاقة المُتجددة بسبب قُدرت تقنياتها على إنتاج ما يُعرف بـ«الوقود الحيوية – Bio fuel» والتى تستهدف العديد من الدول أن يحل محل الوقود الأحفورى قريباً بسبب تأثيراته الأخف ضرراً بشكل كبير على البيئة.

- **التكنولوجيا الحيوية الحمراء – Red Biotechnology»**

وتضم التطبيقات على الإنسان والحيوان فى مجال الصحة وتنقسم لقسمين أساسيين:

- إنتاج «المُنتجات الحيوية – Bio–Products» والمسئولة عن العلاج أو «التشخيص – Diagnostics» وتتضمن كذلك إنتاج اللقاحات والأمصال والأدوية الحيوية.
- التدخل المُباشر فى الإنسان أو الحيوان لعلاجه عن طريق تقنيات ثورية فى مجال الصحة مثال «العلاج الجيني – Gene Therapy» وتطبيقات فى مجال «الخلايا الجذعية – Stem Cells» والفروسات والأورام و«الحقن المجهري – IVF» و«الإستنساخ – Cloning» سواء لعلاج الأمراض الوراثية أو المُزمنة أو الخِطرة مثل السرطان ومرض نقص المناعة والأمراض الوبائية الفروسية والبكتيرية.

- **التكنولوجيا الحيوية الصفراء – Yellow Biotechnology»**

فرع التكنولوجيا الحيوية الخاص بالإستفادة من الحشرات على كل المُستويات وفى كل المجالات سواء الزراعية أو الصحية أو الغذائية وتتداخل مع جميع مجالات تطبيق التكنولوجيا الحيوية وإكتسبت إسمها بسبب أن مُعظم الحشرات النافعة للإنسان مُميزة باللون الأصفر.

- **التكنولوجيا الحيوية البيضاء – White Biotechnology»**

ويشمل فرع التكنولوجيا الحيوية البيضاء التقنيات الحيوية فى العمليات الصناعية مِثل تصميم الكائنات الحية الدقيقة التى لديها القُدرة على إنتاج مواد كيميائية أو مُنتجات حيوية لها قيمة إقتصادية أو علاجية، ويُعتبر إنتاج البلاستيك الحيوى أحد أهم المحاور المُستقبلية للتكنولوجيا الحيوية البيضاء.

- **التكنولوجيا الحيوية الزرقاء – Blue Biotechnology»**

ويُشير هذا الفرع لتطبيقات التكنولوجيا الحيوية والهندسة الوراثية والبيولوجيا الجزيئية على الكائنات والأحياء البحرية للمُساهمة فى توسيع خيارات الغذِاء المتوفر عن طريق التحسين الوراثى وإختيار أنسب السُلالات من حيث الصِفات المرغوبة، كذلك للكائنات البحرية القُدرة على إنتاج مواد فعالة تُستخدم فى أنواع من الدواء وتُساهم التكنولوجيا الحيوية الزرقاء بتقنياتها فى زيادة نسبة هذه المواد بداخل الكائن الحى وتتداخل تطبيقات هذا الفرع مع باقى مجالات تطبيق التكنولوجيا الحيوية.

- **التكنولوجيا الحيوية الذهبية – Gold Biotechnology»**

ويُعتبر فرع التكنولوجيا الحيوية الذهبية من أحدث مجالات التطبيق الخاصة بالتكنولوجيا الحيوية ككل، ذلك لأنه يعمل على دمج كل علوم المُستقبل معًا، على رأسهم «المعلوماتية الحيوية – Bioinformatics» و«تكنولوجيا النانو – Nanotechnology»، ولهذا الدمج أهمية كبرى فى مشروع إكتشاف الجينوم البشرى الذى ظهرت نتائجه لأول مرة عام 2001، ومن أهم تقنيات هذا المجال «تصميم الدواء – Drug Design» والـ«Data–mining» والـ«Drug Delivery» والـ«Gene delivery».

- **التكنولوجيا الحيوية البُنية – Brown Biotechnology»**

وهو مجال تطبيق التكنولوجيا الحيوية على الكائنات التى تعيش فى الصحراء والأراضى القاحلة أو البور، وتُستخدم التقنيات الحيوية فيه للإستفادة من هذه الكائنات أو لمحاولة إستطلاح هذه الأراضى ولإستحداث طُرق جديدة لإدارة الموارد المحدودة فى هذه المناطق من العالم.

- **التكنولوجيا الحيوية البنفسجية – Violet Biotechnology»**

وهو مجال التكنولوجيا الحيوية الخاص بالقضايا الفلسفة والأخلاقية والملكية الفكرية والقانون الدولى لممارسة المجال والإشراف عليه، علماً بأن المُتخصصين فى هذا النوع من التكنولوجيا الحيوية هُم فى

الأصل مُتخصصين بالمجال ومن ثَم يبدأوا دراستهم فى القانون والأمان الحيوى ويبحثوا فى مُختلف القضايا لمنع أى جدل دائر حول إستخدام التقنيات الحيوية. كذلك يعتبروا حلقة الوصل بين المجتمع العلمى الخاص بالمجال وصُناع القرار والمجالس النيابية فى الدولة أو العالم. وهم المسئولين عن وضع، حذف، أو تعديل القانون الدولى الذى يتحكم فى المجال طِبقا لما تفرضه حقوق وكرامة الإنسان وحُرمته.

- **التكنولوجيا الحيوية السوداء – Black Biotechnology»**

تطبيقات التكنولوجيا الحيوية فى مجالات إنتاج الأسلحة البيولوجية المُستخدمة فى الحروب.

9-9 الطب الشخصي Personalized medicine يعتبر مشروع الجينوم البشري كبداية لحقبة جديدة لتطوير أدوية ومعالجات جديدة بالإضافة إلي صنع أدوية جديدة، فالناس يميلون للاستجابة بصورة مختلفة تماماً للأدوية التي يصفها لهم الأطباء - حتي 50% من الأشخاص الذين يتناولون دواء معينا سيجدون أنه إما غير مؤثر، أو أنهم سيتعرضون لتأثيرات جانبية غير مرغوبة مما يعرّض الحياة ذاتها للخطر.

9-10 الطب الجزيئي (Molecular medicine)

يساعد فى تحسين سرعة تشخيص الأمراض بدقة والاكتشاف المبكر للإصابة بالأمراض الوراثية. وتصميم الأدوية بصورة أكثر ملاءمة والمعالجة بالجينات وأنظمة التحكم للأدوية. تفعيل علم الأدوية المجيني Pharmacogenomicsلتصميم أدوية تستهدف أمراضاً وراثية بعينها.

9- 11. الجينوميات الجرثومية Microbial genomics

يستخدم كمصدر جديدة للطاقة (الوقود الحيوي Biofuels) و مراقبة البيئة لاكتشاف الملوّثات. والتخلص من النفايات السامة بطرق مأمونة وفعّالة فى الوقت نفسه وكيفية الوقاية من الحرب البيولوجية والكيميائية ,فهم قابلية التعرض للأمراض والكشف عن الأهداف الحيوية.

9- 12. الدراسات السكانية والأنثروبولوجية

دراسة التطور عبر طفرات الخط الجنسي germline فى السلالات البشرية المختلفة ، ودراسة أنماط هجرة المجموعات السكانية المختلفة استنادا إلي التوريث الجيني للإناث.female genetic inheritance ، ودراسة طفرات الكروموسوم (Y) لتتبع السلالات وأنماط هجرة الذكور.

9- 13. استخدامات DNA فى مجال الطب الشرعى

التعرف على المشتبه بهم المحتملين التي قد يطابق DNA الخاص بهم الأدلة الموجودة فى مسرح الجريمة، يساعد فى إتخاذ قرار للأشخاص المتهمين بالخطأ فى الجرائم. والتحقق من علاقات البنوّة وغيرها من قضايا النسب. التعرف على الأنواع الحية المهددة بالانقراض والمحمية كمساعدة لمسئولي هئات حماية الحياة البرية (ويمكن استخدامها فى ملاحقة منتهكي قوانين حماية الحياة البرية). التعرف على البكتريا وغيرها من الجراثيم التي قد تلوّث الهواء، أو الماء، أو التربة أو الغذاء. وتحقيق التوافق النسيجي بين المتبرع والمتلقي فى برامج زراعة الأعضاء.

9- 14. الزراعة، وتربية الحيوان، والمعالجة البيولوجية

تحديد نسب البذور أو الماشية فى برامج التهجين. والمحاصيل المقاومة للأمراض، والحشرات، والجفاف. وحيوانات المزرعة الصحيحة، والأكثر إنتاجاً، والمقاومة للأمراض. منتجات زراعية أكثر فائدة غذائية،

المبيدات الحشرية البيولوجية.Biopesticides ، اللقاحات vaccines التي يمكن أكلها، ومن ثم دمجها فى المنتجات الغذائية. واستخدامات بيئية جديدة لتنقية نباتات مثل التبغ.

المبحث الثانى

التكنولوجيا الحيويه والبحث العلمى فى القطاع الصحى فى مصر

يلقى هذا المبحث الأضواء على هيكل القطاع الصحى فى مصر وأهدافه والأدوار ذات الصفة البحثية والطابع البحثى.

1. توجهات دستورية ودور وزارة الصحة ووزارة التعليم العالى والبحث العلمى:

1.1. توجهات دستورية ودور وزارة الصحة :

وفقاً للقانون". الصحة–في–دستور2014 يعتبر دور الصحة في دستور 2014، أحد اهم محاور الحراك الاجتماعى فى المناطق الداخلية و الحدودية وتحسين المرافق الصحية العمومية وخدماتها وتوفر طب الاختصاص وإحداث مستشفيات متطورة، ووقف الفساد ودمقرطة حوكمة القطاع بتشريك المستفيدين من خدماته. وبنص مادة 18 فى دستور مصر 2014 على أن "لكل مواطن الحق فى الصحة وفي الرعاية الصحية المتكاملة وفقاً لمعايير الجودة، وتكفل الدولة الحفاظ على مرافق الخدمات الصحية العامة التى تقدم خدماتها للشعب ودعمها والعمل على رفع كفاءتها وانتشارها الجغرافى العادل .وتلتزم الدولة بتخصيص نسبة من الإنفاق الحكومى للصحة لا تقل عن 3 % من الناتج القومى الإجمالى تتصاعد تدريجيًا حتى تتفق مع المعدلات العالمية .وتلتزم الدولة بإقامة نظام تأمين صحى شامل لجميع المصريين يغطى كل الأمراض، وينظم القانون إسهام المواطنين فى اشتراكاته أو إعفاءهم منها طبقاً لمعدلات دخولهم .ويجرم الامتناع عن تقديم العلاج بأشكاله المختلفة لكل إنسان فى حالات الطوارئ أو الخطر على الحياة .وتلتزم الدولة بتحسين أوضاع الأطباء وهيئات التمريض والعاملين فى القطاع الصحى . وتخضع جميع المنشآت الصحية، والمنتجات والمواد، ووسائل الدعاية المتعلقة بالصحة لرقابة الدولة، وتشجع الدولة مشاركة القطاعين الخاص والأهلى فى خدمات الرعاية الصحية وفقاً للقانون". الصحة–في–دستور2014 (https://sis.gov.eg/Story/116615/)

وتعد مصر أكبر دولة فى شمال إفريقيا وتحتل المرتبة 14 فى العالم من حيث عدد سكان الذي يبلغ 101 مليون نسمة ، بما يعادل 1.3٪ من سكان العالم، بمعدل نمو 1.8٪ سنويًا ، بزيادة الطلب علي الخدمات و التغذيه والبنية التحتية ، بما فى ذلك الرعاية الصحية، مما يؤثر بشكل مباشر على المشهد الحضري المصرى. هذا القطاع يدار تحت اشراف هيئتان حكوميتان رئيسيتان: وزارة الصحة (MoH) وهيئة التأمين الصحي (HIO). بينما يتم تقديم الخدمات من قبل قطاعين رئيسيين: الحكومة (القطاع العام) والقطاع الخاص.
(https://sis.gov.eg/Story/116615/)

تعمل مصر حاليًا على إصلاح نظام الرعاية الصحية العامة لتحسين جودتها. حيث تمت الموافقة على مشروع قانون فى أكتوبر 2017 من شأنه أن يزيد مساهمة المواطنين من 4 ٪ من الأجور الحالية إلى 5 ٪، مع 4 ٪ أن تدفع من قبل أرباب العمل و 1 ٪ من قبل الموظفن. تشعر النقابة الطبية المصرية بالقلق من أن هذا قد يؤدي إلى خصخصة المستشفات العامة، خاصة تلك التي قد لا تفى بمعايير الجودة المنصوص عليها فى القانون الجديد. يقولون 20 ٪ فقط من المستشفات الحكومية 660 ملتزمون بمعايير السلامة ومكافحة العدوى.
(الصحة–في–دستور–2014/https://sis.gov.eg/Story/116615)

تعتبر وزارة الصحة والسكان الجسم الحكومى المسؤول عن الصحة فى مصر، يتم تقديم تغطية الصحة العامة من خلالها، التي تدير سلسلة من المرافق الطبية التي تقدم خدمات صحية مجانية. هناك نوعان من شركات التأمين الخاصة. تغطي الهيئة العامة للتأمين الصحي الأشخاص العاملين والطلاب والأرامل من خلال الأقساط المستقطعة من رواتب الموظفن وجداول أصحاب العمل. وهي تدير شبكتها الخاصة من المرافق الطبية وفى بعض الأحيان تتعاقد مع مزودي الرعاية الصحية الخاصين. تعمل منظمة الرعاية العلاجية فى مؤسسات حكومية محددة، وتتعاقد مع كيانات أخرى لتوفر الرعاية. هناك أيضا خيارات التأمين الخاصة، وشبكة من مقدمى الرعاية الصحية الخاصة

والمرافق الطبية. بالإضافة إلى إدارة العديد من المساجد عيادات خاصة بها، خاصة فى المدن الكبيرة. تقدم العديد من الكنائس عيادات مدعومة أو مجانية.

الرعاية الطبية التي يقدمها نظام التأمين الصحي العام ليست على المستوى المطلوب حسب الإمكانيات البشرية والفنية والتكنولوجية. ويستخدم حوالي 6٪ فقط من المصريين الذين تغطيهم هيئة التأمين الصحي بالفعل خدماتها. تحتوي المشافى فى القطاع الحكومي حوالي 95 ألف سرير حوالي 9500 وحدة عناية مركزة حوالي أكثر من نصفهم فى المستشفيات الجامعية.ويبلغ عدد المستشفيات العامة أكثر من 660 مستشفى وتأتي بعدها مكاتب الصحة ووحدات الرعاية الصحية، وهي منشآت أصغر حجمًا من المستشفيات، بعدد 5314 منشأة على مستوى الجمهورية. (موقع وزارة الصحة والسكان المصرية 2020 – http://www.mohp.gov.eg/)

شكل رقم 1. " رؤية ورسالة ومهام وزارة الصحة والسكان المصرية"
المصدر: موقع وزارة الصحة والسكان المصرية - http://www.mohp.gov.eg/

1.2. توجهات دستورية ودور وزارة التعليم العالى والبحث العلمى:

كما ينص الدستور المصرى 2014 مادة 23 فى شأن البحث العلمى على "تكفل الدولة حرية البحث العلمى وتشجيع مؤسساته، باعتباره وسيلة لتحقيق السيادة الوطنية، وبناء إقتصاد المعرفة، وترعى الباحثين والمخترعين، وتخصص له نسبة من الإنفاق الحكومى لا تقل عن 1% من الناتج القومى الإجمالى تتصاعد تدريجيا حتى تتفق مع المعدلات العالمية. كما تكفل الدولة سبل المساهمة الفعالة للقطاعين الخاص والأهلى وإسهام المصريين فى الخارج فى نهضة البحث العلمى".

(https://sis.gov.eg/Story/116615/الصحة–في–دستور–2014)

2. أدوار بحثية لمؤسسات ومرافق القطاع الصحى :

2.1 مركز التكنولوجيا الطبية للأبحاث والخدمات:

وحدة ذات طابع خاص تابعة لمعهد البحوث الطبية–جامعة الإسكندرية وهو منحة مقدمة من الحكومة الإيطالية إلى الحكومة المصرية فى إطار التعاون المصرى الإيطالى. يتمتع المعهد برؤية "أن يكون مركزا للابحاث والتطويرات التي تلبي الأهداف الوطنية والجامعية" وكذا الرسالة "أن نكون أحد المراكز الرائدة في البحث والتطوير المستمر التي تدعم مقدمي الرعاية الصحية لتطبيق ممارسة الرعاية الصحية القائمة على الأدلة في المناطق الأفريقية المتوسطى". ذات أهداف محددة: على أن تكون (1) معاونة الجامعة فى آداء رسالتها سواء فى مجال التدريب على أحدث التقنيات العلمية أو الأبحاث. (2) إجراء الدراسات والبحوث العلمية الهادفة لحل مشاكل المنطقة الافريقية وحوض البحر المتوسط. (3) المساهمة فى تدريب الأطباء والباحثين على إستخدام أحد التقنيات العلمية الحديثة فى المجالات الطبية والبحثية، بغرض رفع كفاءتهم العلمية وإعداد الكوادر الفنية فى مختلف المجالات العلمية والطبية. (4) تقديم التسهيلات البحثية والمعملية لأعضاء هيئة التدريس بجامعة الإسكندرية فى تنفيذ المشروعات البحثية للجامعات المصرية والافريقية من خلال أحدث المعامل المتطورة. (5) يقوم المركز بتقديم خدمات بحثية واكلينيكية هذا بالإضافة الي دورات تدريبية متخصصة للقطاع الصحي. (6) توثيق الروابط علي المستوي القومي والافريقي والعالمي.

(موقع معهد البحوث الطبية–جامعة الإسكندرية2021 https://mri.alexu.edu.eg/index.php/ar/mtc)

2.2 . معهد تيودور بلهارس للأبحاث:

هو معهد علمى بحثى، يتبع وزارة التعليم العالي والدولة للبحث العلمي بمصر ومتخصص في مجال مكافحة أمراض الكبد المتوطنة والمزمنة ومضاعفاتها، والتي تمثل مشكلة صحية في مصر هائلة بسبب مرض البلهارسيا المتوطن وبسبب تفشي الألتهاب الكبدي الوبائي سي. وقد شارك المعهد في تصميم وتنفيذ المشروع القومي للقضاء علي مشكلة البلهارسيا في مصر بالكثير من الأبحاث الموجهة وتطبيق الخطط العلمية المتكاملة، مثل مكافحة القواقع الناقلة للمرض، والاستطلاع الوبائي الحقلي، والمساهمة في التثقيف الصحي والإصحاح البيئي للمواطنين كإجراء وقائي، واستحداث واستخدام التقنيات التشخيصية المتطورة، وتقييم وتحسين العلاج الطبي والجراحي . يحتوي أقسام امراض كبد وجهاز هضمي ومناظير وكلي وجراحة ومسالك بولية وقسم عمليات متكامل وعناية مركزة ومعامل وقسم أشعة وعيادات خارجية. كما يوجد الكثير من الأقسام الأكاديمية التي تخدم أهداف المعهد البحثية .

يقوم المعهد بمشروعات بحثية متعددة بالاشتراك مع هيئات دولية مختلفة مثل هيئة التعاون الفني الألمانية، ومنظمة الصحة العالمية، وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، والمشروع القومي لبحوث البهارسيا الممول من وزارة الصحة المصرية بالاشتراك مع الوكالة الأميركية للتنمية الدولية، والبنك الإسلامي للتنمية، والمفوضية الأوروبية .كما يتعاون المعهد تعاوناً وثيقاً مع وزارة الصحة المصرية وكذلك مع الجامعات ومراكز البحث العلمى.

(موقع معهد تيودور بلهارس للأبحاث htt://grid.ac 4 Nov. 2019)

2.3. المركز القومى للبحوث:

يعتبر المركز هو بيت خبرة للبحث العلمى والتطوير والإبتكار فى مصر، وقادر على المنافسة الدولية وعلى دفع عجلة التنمية للدولة. وتتركز أهداف المركز فى: (1) إجراء بحوث أساسية وتطبيقية فى المجالات

المختلفة للعلوم والتكنولوجيا التى تخدم الإقتصاد القومى والمجتمع. (2) تقديم الاستشارات العلمية للجهات المستفيدة. (3) تقوية الروابط العلمية مع الهيئات المناظرة المحلية والعالمية. (4) المساهمة الفعالة فى نشر العلم والمعرفة. (5) إعداد الكوادر العلمية.

http://www.crci.sci.eg/2020

2.4. معهد بحوث أمراض العيون:

يعد المعهد مركزاً متميزاً في الأبحاث الأساسية والتطبيقية لعلوم وطب العيون، لذا فإن المعهد يستطيع ومن خلال التطوير المستمر لإمكانياته، أن يكون المركز البحثى المرجعى القومى الرائد في مجال علوم وبحوث طب العيون لجميع اقسام طب العيون في الجامعات القومية والإقليمية ، ويمثل بؤرة ومركز للتعاون الدولي مع مختلف المعاهد الدولية في المجالات ذات الاهتمام المشترك في طب العيون، ويقدم المعهد العديد من الخدمات البحثية والعلاجية المتميزة، كما يقوم المعهد بتنظيم العديد من القوافل الطبية بغرض الكشف وصرف العلاج، و إجراء العمليات الجراحيه اللازمة. وقد تم إنشاء المعهد بهدف:

- دراسة و تحديد و مكافحة مشكلات أمراض العيون في مصر.
- تقديم خدمة طبية متميزة للعناية بصحة العين من خلال التشخيص ، العلاج ، الوقاية.
- تطوير و رفع كفاءة الكوادر العلمية و المهنية في مجال علوم و أبحاث طب العيون في مصر.
- التسجيل العلمى و الطبى لأمراض العيون فى مصر لتكوين قاعدة بيانات علمية و قومية عنها.

بالإضافة إلى مركز المعلومات المزود بمكتبه ورقية ورقمية متخصصه بها العديد من الكتب والدوريات والرسائل العلمية فى جميع التخصصات الطبيه وفى مجال طب وجراحة العين بصفه خاصة.

(موقع معهد بحوث أمراض العيون www.rio.sci.eg)

2.5. مدينة الأبحاث العلمية والتطبيقات التكنولوجية:

تتكون المدينة من 12 معهداً بحثياً ومركزاً تكنولوجياً يتم إنشاؤها على مراحل فى ضوء توافر التمويل، والمعاهد والمراكز البحثية. أنشأت المدينة لتحقيق عدة أهداف أهمها:

- العمل على تشجيع البحث العلمي في المجالات التى ترتبط بالخطط التنموية للدولة وإيجاد حلول لمشكلات المجتمع الصناعي.
- تعزيز التعاون العلمي بين المدينة ومراكز الأبحاث والجامعات المحلية والأجنبية لنقل التكنولوجيا وتوطينها وتطويرها.
- إيجاد بيئة جاذبة للمخترعين وأصحاب النماذج الأولية لرعايتهم وتطويرهم.
- إنشاء شركات تعتمد على البحث والتطوير مع الباحثين بالمنطقة الاستثمارية بالهيئة من أجل الوصول إلى منتجات نهائية.
- دعم التعليم والتدريب الفني بشكل خاص لرفع قدرات الشباب وذلك لتأهيلهم للالتحاق بسوق العمل.

(موقع مدينة الأبحاث العلمية والتطبيقات التكنولوجية http://srtacity.sci.eg/ar/)

2.6. معهد ناصر:

يعتبر من أكبر المراكز الطبية المتخصصة التابعة لوزارة الصحة، ضم وحدات ومراكز طبيه فريدة التخصص مثل: مركز الجاما نايف لعلاج اورام المخ الدقيقة والتى يصعب بها إجراء الجراحات وحدة العلاج بالكسجين المضغوط وحدة زرع النخاع وامراض الدم وهى أول مركز انشأ لزرع النخاع بمصر والشرق الأوسط وحدة زرع الكلى وحدة جراحات القلب المفتوح مركز صحة المرأة وحدة جراحات العمود الفقرى جراحة اليد

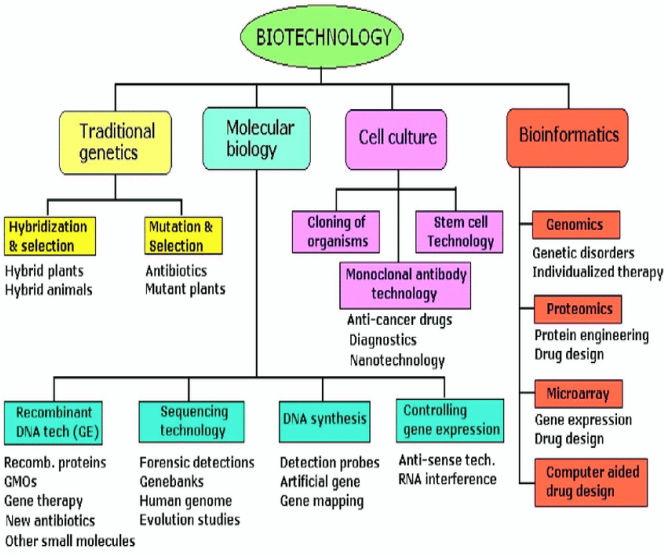
الميكروسكوبيه تخصصات طبيه جديده :كهروفسيولوجية القلب لعلاج ضربات القلب الاذينية والبطينية بالقسطرة وموجات التردد الحرارى وتركيب المنظمات الصناعية وحدة الاشعه التداخليه لعلاج تمدد شرايين المخ والشرايين الطرفيه وحقن اورام المخ جراحات مناظير العمود الفقرى لأول مرة في مصر والشرق الأوسط التجهيزات الطبية بأحدث تقنيات التشخيص والعلاج .تم تشغيل أول جهاز ديناميكى حجمى للاشعه المقطعيه في العالم Aquiline one ذو الامكانيات الغير محدوده لعمل فحوص حجميه وديناميكيه لمختلف أعضاء الجسم في ثوان معدوده جهاز التصوير بالبوزيترون المنبعث المدمج بالاشعه المقطعيه PET CT للكشف عن الاورام وتحديد اماكنها وابعاد انتشارها وتقييم استجابتها للعلاج والتخطيط الدقيق للعلاج الاشعاعى لمرضى الاورام جهاز المعجل الخطى بطاقه إشعاعيه هائله تصل إلى مليون فولت للوصول إلى الاورام العميقه ويمثل احدث الطرق في العلاج الاشعاعى بأقل اعراض جانبيه ممكنه .

(موقع معهد ناصر 2020 https://7asreeat.com)

3. دراسات ومقالات عن التكنولوجيا الحيوية وتطبيقاتها وأهميتها:

3.1. دراسة نشوى الخزرجى 2022 بعنوان " التكنولوجيا الحيوية: التطبيق فى المجالات الطبية والصيدلانية.

يأتى الاهتمام بالتكنولوجيا الحيوية، حيث أنها تدخل فى كثير من التطبيقات الطبية، لسهولة وسرعة ودقة التطبيق والنتائج، وتستخدم فى الصناعات الدوائية وتطوير العقاقير الصيدلانية الحيوية. العلاج الجينى: هو تقنية تعديل جينات الشخص لعلاج المرض، يمكن أن تعمل العلاجات الجينية بعدة آليات: (1) استبدال الجين المسبب للمرض بنسخة غير مصابة بالمرض أو (2) تعطيل الجين المسبب للمرض الذي لا يعمل بشكل صحيح. كما تدخل تقنيها باستخدام الخلايا الجزعية لإستخدامة فى الطب التجديدى. وطريقة اخرى تستخدم فيها التكنولوجيا الحيوية هى هندسة الأنسجة: وهى مجال سريع التطور يطبق تخصصات بيولوجيا الخلية وعلم الأحياء التطوري والبيولوجيا الجزيئية والهندسة الحيوية لتجديد أنسجة جديدة للعلاجات البديلة في السياقات السريرية.



نظرة عامة على التكنولوجيا الحيوية والتقسيمات الفرعية لها. يتكون من (1) الوراثة التقليدية: وتشمل فرط التحوّل والطفرة. (2) البيولوجيا الجزيئية: ويشمل تقنية الحمض النووى المؤتلف، التتابع الجينى، توليف الحامض النووى وأيضا التحكم فى الإظهار الجينى. (3) زراعة الخلايا بالطرق المختلفة. (4) واستخدام المعلوماتية الحيوية لربط المعلومات بالبرامج الإلكترونية لسهولة الحصول على المعلومات وربطها ببعض، بجهاز الحوسبة الحديثة، جلبت ثورات في الطب

Fig. (2) Major sub-divisions of Biotechnology

Shikh Mizan (2013): Major sub-divisions of Biotechnology and some of their products and services. Journal of Enam Medical College; 3(1): 32-46

بدأت التكنولوجيا الحيوية التقليدية في تضمين المزيد من العلاجات والمنتجات الحديثة مثل العلاجات الخلوية بإستخدام المضادات الحيوية وبإستخدام الكورتيزون، وبإستخدام الخلايا الجذعية. إستخدام الهندسة الحيوية لإنتاج الأمصال واللقاحات والمضادات الحيوية وتطبيقات الهندسة الوراثية. بالتوازي مع ذلك، بدأ مفهوم تقنيات الاستنساخ في الظهور في الخمسينيات من القرن الماضى، ومن خلاله ظهرت المفاهيم المتخصصة للخلية، تم فصل تقنيات الاستنساخ والاستنساخ الجزيئي في السبعينيات وانضم إلى مفاهيم هندسة العمليات الحيوية والتكنولوجيا الحيوية، على التوالى.

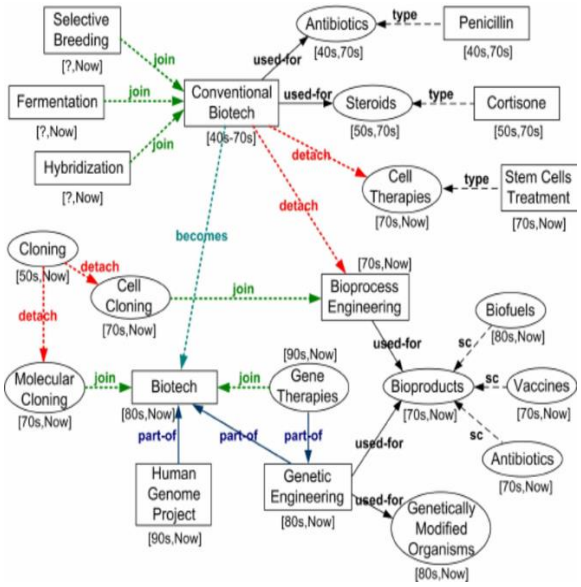


Fig. (3) The evolution of the concept of Biotechnology

Flavio Rizzolo et. al. 2014, The evolution of the concept of Biotechnology, University of Trento, Trento, 38100, Italy {flavio, velgias, jm, bykau}@disi.unitn.eu

3.2. محمد شوشة 2021 بعنوان البحث العلمى فى مصر.. مشكلات وحلول

ان السبب الحقيقي وراء عدم جدوى البحث العلمى فى مصر وتطبيقات التكنولوجيا الحيوية لخدمة احتياجات المجتمع يتمثل فى عدم وجود خطة إستراتيجية واضحة للبحث العلمى فى الجامعات والمراكز البحثية بحيث تكون متسقه مع خطة التنمية المستدامة للدولة ٢٠ ٣٠، مما أدى بدوره الى عدم الدقة فى اختيار الباحث للموضوعات البحثية التى قد تخدم المجتمع وتعود بالنفع على الدولة، فأصبح البحث العلمى فى معزل عن التطبيق.

وبسبب نقص التعاون بين الجهات البحثية ومؤسسات قطاع الإنتاج، فأصبح البحث مجرد ورقات يدونها الباحث لأجل الحصول على الدرجة العلمة اللازمة للترقية، وافتقد البحث معناه الحقيقي فى الابتكار وتقديم الخدمات وإحداث التطوير وحل المشكلات، وهو ما أدى بدورة الى انعدام آلية وأخلاقيات البحث العلمى خاصة لدى صغار الباحثين المبتدئين.

ضعف الإمكانات وقلة التمويل للبحث العلمى وعدم كفايته فى ميزانية الدولة مقارنة بمثيلتها فى الدول المتقدمة أو وزارات أخرى. وهو ما تسبب فى آن الباحث غير متفرغ للبحث العلمى لعدم كفاية العائد المادى منه لمقومات الحياة، وهو ما انشأ فجوه بين الباحث والتطورات العلميه بمجاله فى الدول المتقدمه علميا، تجلعه لا يستطيع ادراك الركب اذا اراد اللحاق والعوده لاستكمال نشاطه البحثي. وقد تنجح بعض الأبحاث العلمية فى إحدى الجامعات او المراكز فى تلبية بعض المتطلبات الضرورية للمجتمع الا انها تظل مغمور فى طى الكتمان والنسيان لفقدان السياسة التسويقية للبحث.

3.3. مقال حسين محمد 2021 عن استخدامات التكنولوجيات الحيوية الطبية

https://www.easyunime.com/advice/biotechnology-study-2400/ (2021)

بشكل عام يمكن القول بأن التكنولوجيا الحيوية الطبية يمكن تلخيص عملها فى الصناعات التالية:

- الصناعة الكيميائية والصيدلانية.

- صناعة المواد الغذائية والمشروبات.
- صناعة معالجة مياه الصرف الصحي والقمامة والغازات الضارة.
- منشآت الأبحاث الطبية ودراسات العلوم الطبيعية.
- تطوير الأجهزة والمنشآت التقنية الحيوية وتوزيعها وإعطاء المشورة الفنية فما يتعلق بها.

4. ماهى مدى درجة أمان التكنولوجيا الحيوية؟

الكثير منا قد يتبادر إلى ذهنه العديد من الأسئلة عن مدى درجة أمان التكنولوجيا الحيوية، ويمكن الإجابة على هذا الأمر بشكل مبسط جدًا، وهو أن التكنولوجيا الحيوية شأنها شأن أى علم آخر تتوقف درجة أمانها على طبيعة الاستخدام، فكما يمكن استخدامها بشكل مفد وآمن فى نواحى كثيرة تفد البشرية، وفى تطورات طبية وصناعية هائلة، كذلك يمكن استخدامها فى النواحى العسكرية والتي قد تسبب ضرر ودمار بالغ يجعل البشرية فى حالة تأخر وهلاك، لذا الأمر كله يتوقف على طبيعة وهدف مستخدم هذا العلم.

تعتبر تقنية التكنولوجيا الحيوية من التقنيات التى تتيح العديد من مجالات فروع العلم، حيث تدخل فى كثير من الصناعات المختلفة كصناعات الأدوية، أو فى مجال البحث العلمى، أو تطوير الزراعة، تنقية المياه، أو إنتاج المواد الكيماوية، أو إنتاج البروتينات والألياف الصناعية، أو الفتامينات وغيرها من المجالات الصناعية والطبية.

https://www.easyunime.com/advice/biotechnology-study-2400/ (2021)

المبحث الثالث

خبرات تطبيق التكنولوجيا الحيويه فى بعض دول العالم

يلقى هذا المبحث بعض الأضواء على الموقف العالمى في الاهتمام بالتكنولوجيا الحيوية من حيث الإنفاق والإستثمارات في الصناعة ، كما يستعرض خبرات بعض التجارب العالمية والإقليمية في مجال التكنولوجيا الحيوية.

أولاً: نظرة على الواقع العالمى في مجال التكنولوجيا الحيوية

يشير مقال وتقارير (موقع جريلاند) بعنوان استخدامات التكنولوجيات الحيوية الى بعض الحقائق في هذا الخصوص:

https://www.greelane.com/ar/ 2021

1.الإنفاق على البحث والتطوير في مجال التكنولوجيا الحيوية:

يعد عدد الشركات إحدى الطرق لتصنيف التكنولوجيا الحيوية حسب البلد ، بينما الإنفاق على البحث والتطوير طريقة أخرى .الولايات المتحدة تنفق أكثر من أقرب منافس لها ، اليابان ، حيث تستحوذ على ما يقرب من 60 ٪ من سوق البحث والتطوير .الدول المنفقة الأخرى هي سويسرا وفرنسا وألمانيا والدنمارك – تحوم كل منها حول 10٪ من السوق.

على الإطلاق وفقًا لمصادر ومعايير أخرى. في عام 2016 ، صنفت Scientific American أفضل 5 دول في مجال التكنولوجيا الحيوية في "Worldview Scorecard" مثل الولايات المتحدة الأمريكية وسنغافورة ونيوزيلندا وأستراليا والدنمارك.

تم تجميع هذه التصنيفات باستخدام المعايير التالية:

- الملكية الفكرية (IP) والقدرة على حمايتها
- الشدة، المعروف أنها جهد في الابتكار؛ دعم المشاريع– الوصول إلى رأس المال الاستثماري ودعم الأعمال
- تعليم وتوافر القوى العاملة الخبيرة
- مؤسسات مثل البنية التحتية ومحركات البحث والتطوير في البلاد
- حكومة البلاد واستقرارها وجودة التنظيم

البلدان التي تعمل بشكل جيد في صناعة التكنولوجيا الحيوية هي تلك التي لديها حوافز قوية لتطوير التكنولوجيا ومجموعة من الخيارات للحصول على تمويل البحوث.

2. تحليل صناعة التكنولوجيا الحيوية : تقرير التكنولوجيا الحيوية العالمي هو تحليل للصناعة يكتبه سنويًا إرنست ويونغ. في عام 2017 أشار التقرير إلى أن 23 شركة أوروبية للتكنولوجيا الحيوية تم طرحها للاكتتاب العام ، وجمع رأس مال قدره 703 ملايين دولار ، في حين جمعت شركة سويسرية 76 مليون دولار من تلقاء نفسها في طرح عام أولي .(IPO) البلدان الأخرى في أوروبا التي لديها شركات تجمع رأس المال عبر الاكتتابات العامة الأولية في عام 2017 كانت سويسرا وبولندا وهولندا وفرنسا وألمانيا**https://www.greelane.com/ar ./ 2021**

جمعت الاكتتابات العامة الأولية في الصين وتايوان وسنغافورة واليابان وكوريا الجنوبية ما مجموعه 2.5 مليار دولار من رأس المال ، مما يشير إلى استمرار الاهتمام الكبير في المجال المتنامي. في حين أن مبلغ الأموال التي تم جمعها من قبل الاكتتاب العام انخفض عن السنوات السابقة لكل من هاتين المنطقتين الجغرافيتين ، فإن هذه الإحصائيات تشير إلى أنه في جميع أنحاء العالم ، تدرك الشركات والمستثمرون والدول أن التكنولوجيا الحيوية هي استثمار مستمر في اكتساب الشعبية والزخم.

https://www.greelane.com/ar / 2021

4. دول التكنولوجيا الحيوية الأعلى ، وفق تقرير مجلة نيتشر العربية 2020

- تحتل الولايات المتحدة المرتبة الأولى في عدد شركات التكنولوجيا الحيوية وطلبات براءات الاختراع بناء على معاهدة التعاون بشأن البراءات والموافقات على العلاج الطبي الحيوي ، وتأتي إسبانيا فى المرتبة

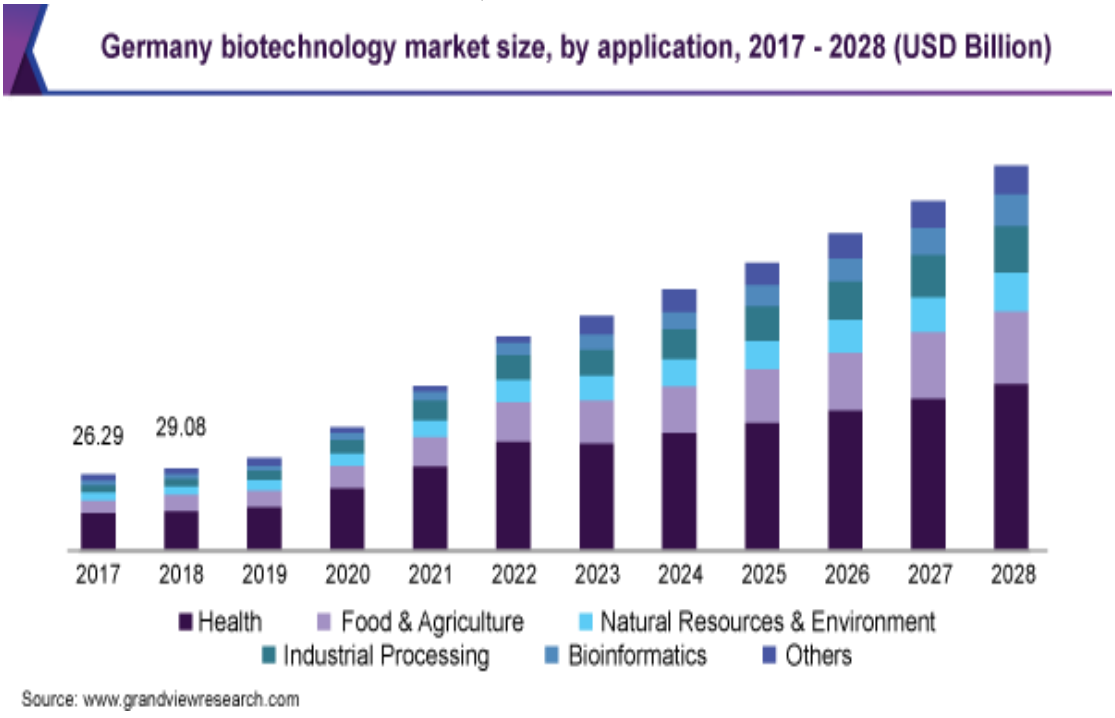
الثانية، وفقًا لعام 2015 منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية تقرير عن إحصاءات التكنولوجيا الحيوية. وفقًا للتقرير ، فإن الولايات المتحدة لديها 11367 التكنولوجيا الحيوية شركات تليها 2،831 في إسبانيا و 1،950 في فرنسا.

ويتبعهم كوريا وألمانيا والمملكة المتحدة واليابان والمكسيك ونيوزيلندا وبلجيكا يتصدرون المراكز العشرة الأولى. شركات التكنولوجيا الحيوية الصغيرة هي القاعدة وليس الاستثناء ، مع 72 في المائة من شركات التكنولوجيا الحيوية في الولايات المتحدة لديها 50 موظفًا أو أقل.

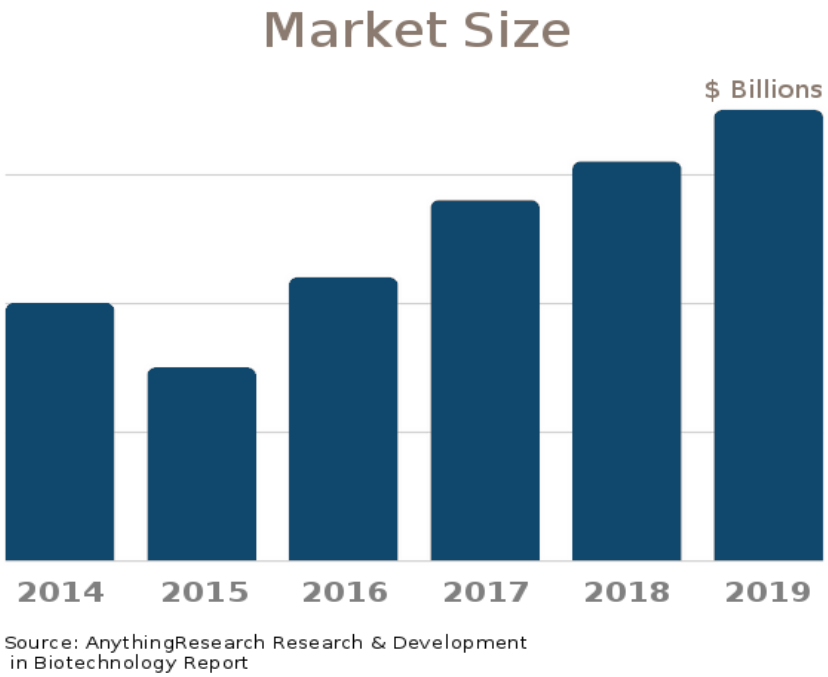
- الترتيب حسب إجمالي نفقات البحث والتطوير في مجال التكنولوجيا الحيوية: إن عدد الشركات هو إحدى الطرق لتصنيف التكنولوجيا الحيوية حسب البلد ، في حين أن النفقات في البحث والتطوير هي طريقة أخرى. تفوق الولايات المتحدة أقرب منافس لها ، فرنسا ، بنسبة ثمانية إلى واحد ، بما يقرب من 27 مليار دولار إلى ما يزيد قليلاً عن 3 مليارات دولار في عام 2012. والمنفقون الآخرون هم سويسرا وكوريا واليابان وألمانيا والدانمارك على الإطلاق بمليار دولار.
https://www.greelane.com/ar

https://portalfamososbr.com/ar/pages/2923-ranking-the-top-biotech-countries

شكل رقم (4) . سوق التكنولوجيا الحيوية في المانيا بين 2017–2028

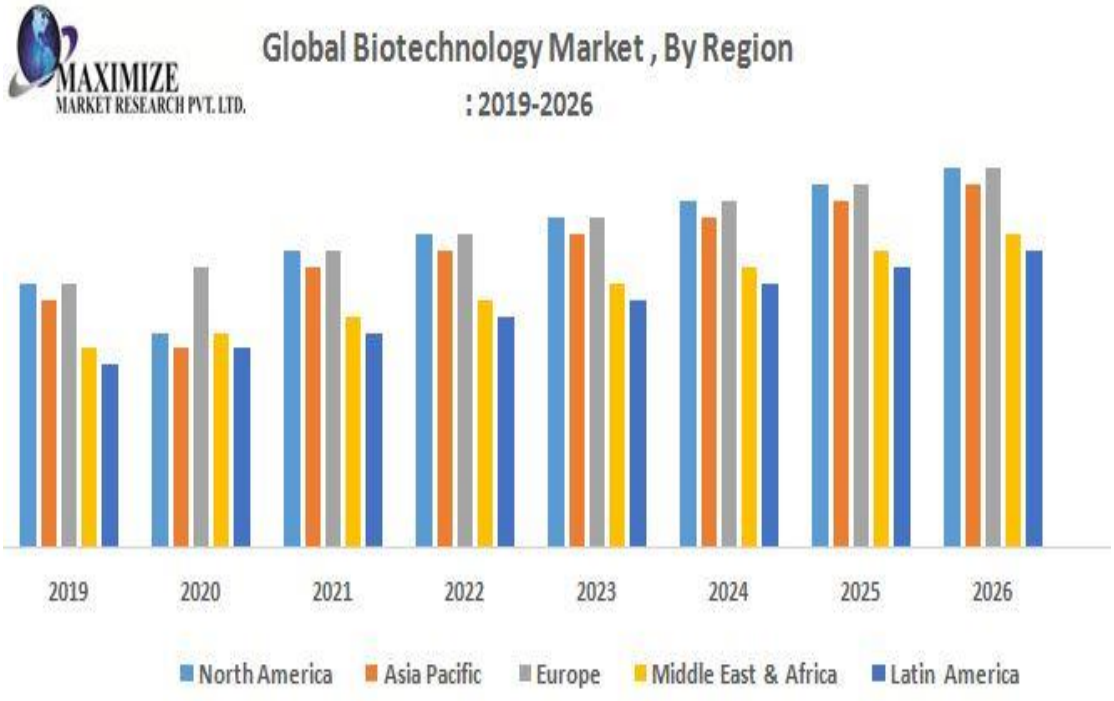


شكل رقم (5) تطور قيمة سوق التكنولوجيا الحيوية بين عامي 2014–2019



https://www.anythingresearch.com/industry/Research-Development-in-Biotechnology.htm

شكل رقم (6) تطور سوق التكنولوجيا الحيوية العالمى بين عامي 2019–2026



https://www.maximizemarketresearch.com/market-report/global-biotechnology-market/10844/

ثانياً : تجارب وطنية في مجال التكنولوجيا الحيوية والجينية :

1- مشروع الجينوم الإماراتى:

يعتمد العرض على (منى الحمودى وأنور سلام، 2021) – موقع https://www.alittihad.ae/news والذى تناول مشروع الجينوم الإماراتى والذى يتضمن تجميع مليون عينة «DNA» من مواطني الدولة، ليتم تحليلها والوصول إلى التركيبة الجينية لسكان دولة الإمارات. ويُعد الجينوم الإماراتى مشروعاً استراتيجياً يضع الدولة فى مقدمة الدول المقدمة للرعاية الصحية، والذى تم إطلاقه بالتعاون مع دائرة الصحة فى أبوظبى، وشركة «جي 42»، وشركة «صحة» كشريك حيوي فى الدولة، حيث يرمى البرنامج إلى إنشاء حجر أساس وبنية تحتية مستقبلية مبنية على طب الجينوم ودمج البيانات الطبية الجينية بقاعدة البيانات الخاصة بإدارات الرعاية الصحية والمستشفيات فى المستقبل القريب، والاستفادة من المعلومات فى برنامج الجينوم الإماراتى لمعرفة أكثر الأمراض الوراثية شيوعاً فى الإمارات، بالإضافة إلى تحليلها بطريقة ستمكننا من الحد من إنتشار هذه الأمراض والوقاية منها والقضاء على بعضها، حيث سيتم استخدام المعلومات فى سبيل التشخيص السريع والدقيق للكثير من الأمراض، وإعطاء التوصيات للعلاجات المناسبة.

مع وجود عددٍ من الأمراض والحالات الصحية في الدولة، ودول الخليج والشرق الأوسط الأخرى، مثل السرطان والسكري، يُعد فحص الجينات المرتبطة بالأمراض من الطرق المتبعة حالياً والتي قد تضمن الوقاية من الأمراض (فحوص ما قبل الزواج)، أو تساعد في التشخيص والعلاج المبكرين (فحص حديثي الولادة)، أو العلاج الدقيق (علم الصيدلة الجيني)إنشاء أول خريطة جينية طبية مرجعية إماراتية، وتكريس مكانة الإمارات كمركز للبحث والابتكار فى مجال علوم الجينوم».

يساعد إعداد خريطة جينوم طبية مرجعية بجودة عالية لمواطني دولة الإمارات في إثراء البيانات الطبية الحالية، وبالتالي المساهمة في عملية اكتشاف علمي واسعة النطاق، وسيمكن البرنامج العلماء والخبراء الطبيين من تطوير نظام صحي وقائي وتأمين مستقبل أكثر صحة .

إن برنامج الجينوم الإماراتي يرحب بمشاركة جميع المواطنين الإماراتيين بمختلف الأعمار، وليس على المتطوعين سوى التبرع بعينات الدم عبر زيارة واحدة لأحد مراكز جمع العينات الموجودة في مختلف المواقع بإمارة أبوظبي.

تشخيص الأمراض الوراثية النادرة

ساعدت دراسة تسلسل الإكسوم الكامل Exome S equencing (WES) على تحديد التغيرات في الحمض النووي للمرضى الذين يعانون من اضطرابات وراثية نادرة, وتشخيص أفضل للحالة المرضية و توفير خطة وإستشارات وعلاجية للمريض .أكثر الأمراض الوراثية نادرة تبدأ في مرحلة مبكرة خلال مرحلة الطفولة، وبالتالي الوقاية المبكرة باستخدام تقنيات الجيل الجديد للجينوم (NGS) تظمن حياة أفضل للمريض و عائلته.

تشخيص مرض السرطان (البالغين والأطفال) :

باستخدام تقنيات الجيل الثاني المستهدفة للمسح الجيني (targeted–sequencing) نستطيع تحديد الجينات المسببة للسرطان وتشخيصها للمرضى الذين يعانون من السرطان ويشمل:

(1) BRCA1 / BRCA2 تقنيات الجيل الجديد– لتحديد الجينات المورثة لسرطان الثدى وسرطان عنق الرحم .

(2) سرطان الدم النخاعي الحاد بتقنيات الجيل الجديد– تتضمن 260 جين مسبب لسرطان الدم النخاعي الحاد .

(3) تحديد كمي و مفصلة ل BCR/ABL and PML–RARA الاندماج الجيني باستخدام أحدث تقنيات تفاعل البوليميراز المتسلسل(Q–PCR techniques) Q –

(4) تحديد الطفرة JAK2 V617F، CARL، KIT، MPL باستخدام التسلسل النووي سانجر وتحديد الأليل التسلسلى.

فحص قبل الولادة بطرق أقل تدخلًا للصبغة الثلاثية 13، 18، 21 و تحديد جنس المولود :(NIPT) يتم هذا الفحص بطرق أقل تدخلًا كجزء من الفحص الجيني المشترك للصبغة الثلاثية 13، 18، 21وتحديد الجنس (ذكر أو أنثى) باستخدام الحمض النووي من الخلايا الجنينية من دم الأم. تقنيات الجيل االجديد للجينوم (NGS) احدثت نقلة نوعية في مجال الرعاية الصحية ما قبل الولادة في معظم الدول التي اعتمدت هذه التقنية الجينومية الجديدة . سيتم توفير هذا الاختبار كجزء من خدمة ما قبل الولادة للنساء الحوامل في الأسبوع 11–12 من الحمل

https://www.alittihad.ae/news/

2– مشروع الجينوم السعودى: https://www.vision2030.gov.sa/ar/v2030/v2030 إلى أن المشروع يعد أحد المشروعات الوطنية الرائدة لتحقيق رؤية المملكة العربية السعودية 2030 في الحد من الأمراض الوراثية عن طريق فك الشفرة الوراثية للمواطنين السعوديين، وإنشاء قاعدة بيانات لتوثيق أول خارطة وراثية للمجتمع السعودي، بما يسهم في تطوير الطب الشخصي، الذي يعمل على توظيف التقنيات الجينية والجزيئية الجديدة ضمن مفهوم الطب الشخصي لأغراض تشخيص الأمراض وتقييمها وعلاجها، وبناء قدرات أكثر اتساعًا في مجال علم الجينوم في عمليات الكشف والتشخيص عن الأمراض الوراثية والوقاية منها، وتحسين طرق العلاج، والكشف المبكر أو قبل الإصابة ببعض الأمراض المزمنة مثل: سرطان القولون والثدي وأمراض القلب والأمراض العصبية، بالإضافة إلى الطب الشخصي، تحقيقاً لرؤية المملكة 2030 في توطين وتطوير التقنية في القطاعات ذات الإنفاق المحلي الكبير.

ومن أهم مخرجات البرنامج توطين التقنيات لإجراء الفحوصات الوراثية كبرنامج الفحص الطبي ماقبل الزواج وفحص المواليد والفحوصات المسحية للكشف عن السرطانات والأمراض الأخرى بهدف التدخل الطبي الأفضل وتوفير خدمات الرعاية الصحية والاستشارات الوراثية، كما يخلق شراكات استراتيجية لصناعة الأدوية وتطبيقات الذكاء الاصطناعي وتحليلات البيانات الضخمة، مما يمكن المملكة من اكتساب مكانة عالمية في مجال صناعة الجينوم عالية النمو.

أهداف المشروع

- بناء قاعدة بيانات وراثية للمجتمع السعودى.
- الحد والتقليل من إنتشار الأمراض الوراثية فى المملكة العربية السعودية.
- تمكين العلماء والباحثين من الإستفادة من قاعدة بيانات المعلومات الوراثية.
- دراسة النتغيرات الوراثية والجينية وأستخدامها لتطوير أدوات التشخيص والوقاية للحد والتقليل من الأمراض الوراثية والجينية وتعزيز الصحة العامة.
- تأسيس بنية تحتية متقدمة فى مجال الجنيوم والمعلومات الحيوية.

البرامج الوقائية

المرحلة الحالية

1. الفحص الطبي ما قبل الزواج

المرحلة القادمة

1. تحسين طرق العلاج من خلال إعطاء المريض الدواء المناسب.
2. الكشف المبكر عن بعض الأمراض المزمنة، ومن ثم وضع الخطة العلاجية المناسبة.
3. الفحص الوراثي للأجنة قبل الغرس.
4. فحص الأجنة.
5. فحص حديثي الولادة.

4- مشروع الجينوم القطرى

يعتمد العرض على الموقع الإليكترونى للمشروع (قطر جينوم http://www.qf.org.qa) ، والذى يعتبر مبادرة وطنية تنشئ قواعد بيانات كبيرة تجمع بين تسلسل الجينوم الكامل وبيانات الأومكس الأخرى من السكان، مما يمكّن الباحثين من تحقيق اكتشافات تقدمية تدعم منظومة الطب الدقيق ومستقبل الرعاية الصحية في دولة قطر، فهو منصة وطنية يمكن أن يقصدها ويساهم فيها جميع الأطراف المعنية على الصعيد المحلي، بحيث تتحقق الاستفادة القصوى من الموارد، وترجمة الجهود إلى أثر ملموس لرعاية صحية أفضل.

يعد قطر جينوم أكبر مشروع جينوم في الشرق الأوسط ، تم تصميمه حول إستراتيجية شاملة تتضمن التكامل مع قطر بيوبنك، وإجراء تسلسل الجينوم وبيانات الأومكس على نطاق واسع، وإنشاء شراكات بحثية محلية ودولية، وبناء القدرات البشرية ، وتسهيل الاندماج في نظام الرعاية الصحية ، وصياغة اللوائح والسياسات التنظيمية، ورفع الوعي العام بالإضافة إلى تمكين وتثقيف المرضى.

الرؤية: تمكين قطر لتصبح مركزاً رائداً في تطبيق الرعاية الصحية الشخصية المتطورة

الرسالة: تسعى قطر للارتقاء بالرعاية الصحية لمواطنيها ضمن نظرة الدولة الشاملة لبناء إقتصاد مبني على المعرفة، من خلال المزج بين الابتكار والاستفادة من التقنيات الجينية الحديثة في الأنشطة الطبية والبحثية، ضمن نظرة الدولة الشاملة لبناء اقتصاد مبني على المعرفة.

شكّل المرحلة التجريبية من قطرجينوم، التي بدأ العمل بها في سبتمبر 2015، المرحلة الأولى التي يمكن خلالها لجميع الأطراف المعنية أن تبدأ تنسيق الجهود والتخطيط لتطبيق بحوث الجينوم في قطر. ويتمتع قطرجينوم في مرحلته التجريبية، بميزات ينفرد بها عن مشاريع البحوث الأخرى التي تستهدف دراسة الأمراض في المنطقة، فهو مبادرة قائمة على السكان وتُستخدم فيها عينات الحمض النووي التي جمعها قطر بيوبنك من الأفراد الأصحّاء الذين تم دراسة الأنماط الظاهرية لهم بشكل معمّق. وتتمثل أحد الإنجازات الرئيسية للمرحلة التجريبية في رسم خريطة مرجعية للجينوم القطري بالتعرف على سلسلة الحمض النووي لعدد كاف من السكان القطريين. وسيساعد رسم هذه الخريطة المرجعية في التعرف على التفاوتات النوعية في الجينات المميزة للسكان المحليين، وخاصة تلك ا المتعلقة بمختلف الأمراض الجينية الموروثة. كما سيساعد أصحاب القرار في البدء بدمج بيانات الجينوم في نظام الرعاية الصحية للوصول إلى أفضل تشخيص ومعالجة عدد من الأمراض، والوقاية منها كذلك.

وفي هذا السياق، أنشأ قطر جينوم مجموعة عمل توجيهية لتنظيم شؤون النشر، بالإضافة الى إئتلاف قطر جينوم قطر لبحوث، لدعم الباحثيين العاملين على تحليل البيانات الناتجة عن تحليل سلسلة الحمض النووي لآلاف الأفراد بهدف نشر هذه النتائج في مجلات علمية محكّمة. أما على صعيد القدرات البشرية، شرع قطر جينوم في تنظيم سلسلة من البرامج التدريبية وورش العمل والمؤتمرات تتناول الموضوعات الحالية المهمة، بالإضافة الى إطلاق مبادرة لإنشاء برنامجي دراسات عليا جديدة في طب الجينوم والاستشارات الوراثية، بالتعاون مع الجامعات المحلية. ومع اكتمال 10000 جينوم كامل، اختتمت المرحلة الأولى في عام 2019 ، وبدأت المرحلة الثانية، وحالياً يستعد قطر جينوم للوصول إلى 25000 جينوم كامل، ولتوجيه عجلة الجهود التعاونية لدمج منظومة الطب الدقيق في أنظمة الرعاية الصحية في قطر.

5- مشروع الجينوم الأفريقى

يشير تقرير تقرير سكاي نيوز عربية 4 ديسمبر 2014 - أبوظبى - إكتشاف خارطة طريق للجينوم البشرى https://www.skynewsarabia.com/technology/707198-

رسم العلماء أشمل خريطة حتى الآن تبين التنوع الوراثي في القارة الإفريقية وقالوا إنها ستعينهم على معرفة المزيد بشأن الدور الذي تلعبه الجينات في الإصابة بأمراض مثل الملاريا والحمى النزفية وارتفاع ضغط الدم في التجمعات السكانية هناك.

وقالت ديبتي جورداساني من معهد ولكوم تراست سانجر البريطاني في نتائج الدراسة التي وردت في دورية (نيتشر) إنه على الرغم من أن القارة الإفريقية من أكثر قارات العالم من حيث التنوع الوراثى إلا انه لا يعرف سوى النزر اليسير نسبيا عن المخاطر الوراثية المحتملة بالنسبة إلى انتشار الأمراض بين سكانها.

في الولايات المتحدة كما في أوروبا وآسيا فإن توافر الأدوات التي تسرع من وتيرة كشف التسلسل الجيني، ساعد العلماء على البدء على وجه السرعة في فك شفرة الجذور الوراثية للكثير من الأمراض الرئيسية واستطلاع مدى ارتباطها بالبيئة وعوامل أنماط المعيشة مثل التغذية، والتدخين والتمرينات الرياضية.

وقالت جورداساني" : تشيع بدرجة كبيرة الأمراض المعدية وغير المعدية في إفريقيا، كما أن عوامل الخطر لهذه الأمراض تختلف تمام الاختلاف عن مثيلتها في التجمعات السكانية الأوروبية."

وجمع العلماء -الذين عملوا بالمشاركة مع أطباء وباحثين في إثيوبيا وغامبيا وغانا وكينيا ونيجيريا وجنوب إفريقيا وأوغندا- معلومات وراثية من أكثر من 1800 شخص من أجل رسم خريطة تفصيلية لما يعرف باسم الجماعات "اللغوية العرقية" في منطقة جنوب الصحراءالكبرى بإفريقيا.

وتضمنت هذه البيانات أيضا 320 تسلسلا جينيا كاملا (أي ما يعرف بالجينوم أو الطاقم الوراثي للإنسان) من 7 تجمعات سكانية. ووجد الفريق البحثي 30 مليون تباينا وراثيا في هذه التجمعات السكانية السبعة، وقالوا إن ربعها لم يرصد قط من قبل في أي تجمع سكاني بشري.

كما وضعوا أيديهم أيضا على قرائن بشأن وجود مناطق وراثية محتملة مرتبطة بزيادة القابلية للإصابة بمرض ارتفاع ضغط الدم وأمراض معدية أخرى منها الملاريا وحمي لاسا والطفيليات وحيدة الخلية من جنس تريبان وسوما، وجميعها أمراض شائعة في بعض مناطق إفريقيا.

وتوفر هذه الدراسة أيضا -وهي جزء من مشروع التنوع الجينومي في إفريقيا- قرائن عن حركة وتنقل التجمعات السكانية قديما ما يعضد فرضية تقول إن تجمعات سكانية من أوروبا ومنطقة الشرق الأوسط هاجرت عائدة إلى إفريقيا منذ نحو تسعة آلاف عام.

وكان فريق دولي كبير من العلماء قد نجح في مارس الماضي في رسم أوضح صورة حتى الآن عن كيفية تنظيم عمل الجينات البشرية داخل طائفة هائلة من أنواع الخلايا في جسم الإنسان وهو الجهد الذي سيساعد الباحثين في رصد الجينات المرتبطة بالأمراض.

5.2. دراسة مبرواز وونكام 2021 بعنوان: مشروعُ توصيف ثلاثة ملايين جينوم أفريقى

حُدِّدَت هذه المتغيِّرات في إطار مبادرة اتحاد الوراثة البشرية والصحة في أفريقيا(H3Africa) ، المستمرة منذ عشر سنوات بميزانيةٍ بلغت 180 مليون دولار أمريكي .(https://h3africa.org) وتدعم هذه المبادرة معاهد علمية في 30 بلدًا أفريقيًّا، وتقوم على تسيير شؤونها الجمعية الأفريقية لعلم الجينات البشرية، بالتعاون مع وكالة معاهد الصحة الوطنية الأمريكية(NIH) ، وصندوق «وِيلْكَم» التمويلي للطب الحيوي في المملكة المتحدة. وبما أنَّ المبادرة على وشك اختتام أعمالها، فقد حان الوقت للتفكير في الخطوات المقبلة.

ويذهب أحد التقديرات التقريبية إلى أنَّ توصيف النطاق الكامل للتنوُّع الجيني في أفريقيا يتطلب تحديد التسلسلات الجينومية لحوالي ثلاثة ملايين فرد، مختارين بعناية من مختلف أنحاء القارة السمراء، بحيث يتضمنوا المجموعات الإثنية اللغوية، والإقليمية، وغيرها في القارة. لهذا، نهدف إلى إطلاق مشروعٍ كهذا، اسمه "ثلاثة ملايين جينوم أفريقيThree Million African Genomes "، أو إ ختصاراً (MAG 3) وسيركز هذا المشروع على بناء قدرات القارة في مجال البحوث الجينومية وتطبيقاتها، وفي مجال الحوكمة أيضًا. ومن المتوقع لنتائج هذا المشروع أن تقدم فوائد للعالَم أجمع، بعضها يصعب تصوره. فعلى سبيل المثال، أنتجت لنا فاشيات فيروس الإيبولا خلال السنوات القليلة الماضية كثيرًا من المعلومات والخبرات التي استعنَّا بها خلال جائحة "كوفيد-19"، بدءًا من التواصل مع الناس، حتى مشاركة العينات والبيانات البيولوجية.

ومن المرجح أن يستغرق تطوير هذا المشروع حوالي عشر سنوات. وتتوقع تقديراتنا أنْ تحتاج أنشطته الأساسية إلى تمويلٍ مقداره حوالي 450 مليون دولار أمريكي سنويًّا (حوالي 1500 دولار لكل مشارك في المجمل). وسيغطي هذا المبلغ جهود تجهيز المستودعات الحيوية وتشغيلها، وتطوير تقنيات البيانات وبناها التحتية. ونعتزم تحديد التسلسلات والأنماط الظاهرية لحوالي 300 ألف جينوم أفريقي في العام الأول من المشروع.

وسيهدف مشروع "ثلاثة ملايين جينوم أفريقي "إلى تحديد تسلسلات عددٍ كافٍ من الجينومات من مختلف أنحاء أفريقيا، لوضع جينوم بشري مرجعي يمثل القارة، ولتأسيس بنك حيوي أفريقي شامل لجميع بلدان القارة، يتضمن عيّنات ومعلومات إكلينيكية. ولتوضيح أهمية هذه الخطوة، عليك أن تعرف أنَّ البنك الحيوي البريطاني قد قطع منتصف الطريق نحو إتمام مشروعٍ تبلغ مدته 27 شهرًا، يهدف إلى تحديد تسلسلات 500 ألف جينوم (go.nature.com/3ciohcj)، وإنْ كان تعداد سكان المملكة المتحدة يبلغ حوالي 5% من تعداد سكان قارة أفريقيا.

يمكن للجينومات الأفريقية أن تكشف جيناتٍ ومُتغيِّرات جديدة تسهم في الصحة والمرض، لم تكتشفها الدراسات السابقة التي ركَّزت على الأوروبيين. فالمجموعات السكانية ذات الأصول الأفريقية هي الأكثر تنوعًا من الناحية الجينية في العالم، إذ إنَّها مجتمعةً تملك تنوعًا جينيًّا أكبر من غيرها، كما أنَّها أقل اختلاطًا بالمجموعات السكانية الأخرى غير الأفريقية، وهو ما يُسهِّل اكتشاف المُتغيِّرات التي ربما تسهم في الإصابة بأمراضٍ معينة.

6- مشروع الجينوم البريطانى

3.1. أيمن مسلم – لندن (رويترز) – 2015 بعنوان بعنوان بريطانيا تطلق مشروع تحليل 100 ألف جينوم بشري لمعرفة سبب السرطان

تحصل أبحاث الجينات على دفعة على جانبي المحيط الاطلسي حيث من المنتظر ان يطلق علماء في انجلترا مشروعا في الثاني من فبراير شباط لتحليل 100 ألف جينوم بشري كامل فيما يؤيد الرئيس الامريكي باراك اوباما حملة جديدة لتحديد بيانات الحمض النووي.

ويظهر المشروعان التوأمان العمل المتسارع من قبل الباحثين لفهم الأساس الكامن وراء الأمراض وتطوير أدوية تستهدف الصورة الجينية لكل مريض على حدة.

وتم كشف النقاب عن مشروع 100 ألف جينوم في إنجلترا لأول مرة من قبل الحكومة البريطانية قبل عامين إلا ان المراكز البالغ عددها 11 مركزاً المكلفة بجمع العينات ستبدأ تجنيد المتطوعين على نطاق واسع إعتبارا من الاسبوع المقبل. والهدف هو استكمال البرنامج بحلول نهاية 2017.

وأصبحت مثل هذه الأبحاث في الجينوم ممكنة على نطاق واسع لأن تكلفة وضع سلسلة الجينوم انخفضت في السنوات الأخيرة إلى حوالي 1000 دولار للجينوم. وهذا المبلغ بعيد كل البعد عما كان عليه الحال قبل 15 عاما عندما كان الجينوم البشري الواحد يتكلف حوالي ثلاثة مليارات دولار. وفي حالة المشروع البريطاني ستقوم بتنفيذ جميع أعمال سلسلة الجينوم شركة التكنولوجيا الحيوية الامريكية ايلومينا التي كانت رائدة تكنولوجيا سريعة ورخيصة لقراءة الشفرة الوراثية.

ويركز مشروع المائة ألف جينوم على المرضى الذين يعانون أمراضا نادرة واسرهم وكذلك الأشخاص الذين يعانون أمراض سرطان شائعة. والفكرة هى استخلاص المحركات المشتركة للمرض للمساعدة فى تطوير عقاقير واختبارات تشخيصية أفضل.

وبالإضافة إلى مساعدة الأطباء على فهم المزيد عن المرض تأمل الحكومة أيضا بأن يجعل المشروع هيئة الصحة الوطنية التي تديرها الدولة رائدا عالميا في مجال العلوم وتعزيز صناعة علوم الحياة في بريطانيا.

وسيقوم المشروع في الواقع على تجنيد حوالي 75 ألف مشارك بدلا من 100 ألف لأن الاشخاص المصابين بمرض السرطان سيوفرون جينومين اثنين – احدهما مستمد من الخلايا السليمة في الجسم والاخر من الورم. ومن خلال المقارنة بين الاثنين يأمل الخبراء في العثور على التغيرات الجينية الدقيقة المسببة للسرطان.

المبحث الرابع

دراسة الحالة : دور مشروع الجينوم المصرى فى تفعيل تطبيقات التكنولوجيا الحيوية فى مصر

يلقى المبحث الحالى بعض الأضواء على المشروع والأطراف المشاركة والأهداف المخططة من تنفيذ المشروع على المجتمع المصرى.

أولاً : خلفيات وأهداف أبعاد مشروع الجينوم المرجعي للمصريين وقدماء المصريين

1. خلفيات وتوصيف مشروع الجينوم المرجعى للمصريين:

وفق موقع مركز البحوث الطبية والطب التجديدى 2022 https://egp.sci.eg/ar/about-genome/ يعد مشروع الجينوم البشري من أعظم المساعى العلمية في التاريخ ، ويمثل أعظم رحلة استكشافية لكشف أسرار جسم الإنسان. ظهرت الفكرة لأول مرة في عام 1988، مع الأكاديمية الوطنية الأمريكية للعلوم التي شكلت لجنة خاصة لتطوير المشروع بالتعاون مع المعهد الوطني للصحة NIH تم تشكيل فريق دولى، شاركت فيه العديد من دول العالم، للعمل معاً لفك شفرة المحتوى الجينى الكامل للجينوم البشرى. أعطانا هذا القدرة على قراءة الجينوم الكامل للبشر.

الجينوم البشرى هو المخطط الأساسى المسؤول، بشكل عام، عن كل السلوك البيولوجى البشرى فى الصحة والمرض. الجينوم مسؤول إلى حد كبير عن السمات الخارجية للإنسان وكفاءة وظائفه الجسدية وتنوع الأفراد البشريين. تعتبر دراسة الجينوم البشرى (أو الشفرة الوراثية البشرية) هى الطريقة المباشرة لاحتضان المجال الطبى الحديث المسمى بالطب الدقيق ، والذى يركز على تقديم خدمة صحية فريدة تعتمد على التركيب الجينى للفرد لتكون أكثر فعالية ونجاحاً. يتيح ذلك لدراسة الجينوم تحقيق رؤى غير مسبوقة حول صحة الفرد ليس فقط فى شكل أكثر الطرق العلاجية نجاحاً وطرق تشخيص أكثر دقة، ولكن أيضًا معالجة التوقعات المستقبلية طويلة المدى لصحة الفرد فى ما يسمى بالطب الوقائى.

ذات رؤية: على أن يكون المركز الرائد فى الشرق الأوسط وأفريقيا لأحدث التطورات فى مجال الدقة والطب الشخصى والعلاج الجينى.

المهمة أو الرسالة: إنشاء مركز مرجعى مصرى للجينوم يشارك فى النهوض بالرعاية الصحية الوراثية للطب الشخصي والدقيق والعلاج الجينى، من خلال استخدام التكنولوجيا المتقدمة للغاية والخبراء التقنيين المؤهلين ومجموعة واسعة من الشبكات الوطنية والدولية، وفقًا لمعايير الجودة العالمية. وتحت شعار "**العلم من أجل مستقبل أفضل**"

ويعمل المشروع على محاور متعددة :

- بناء الجينوم المرجعي للمصرين الذي يشمل المتغيرات الجينية.
- إيجاد المتغيرات الجينية المرتبطة بالأمراض الشائعة والنادرة بين السكان المصريين ، مقارنة بالمجموعات العرقية الأخرى.
- دراسة بعض الأمراض الوراثية الشائعة فى مصر والحد من إنتشارها.
- تحديد تسلسل الإكسوم الكامل لأمراض معينة.
- دراسة المتغيرات الجينات المرتبطة بالأمراض الشائعة في مصر مثل أمراض القلب والأورام.
- الريادة في مجال الطب الشخصي والطب الدقيق فيما يتعلق بأساليب التشخيص والعلاج.
- اكتشاف الجينات الوراثية المسؤولة عن الأمراض المتوطنة.
- تعزيز الصحة العامة من خلال دراسة جينات مصرية محددة تتعلق بالأمراض غير المعدية.

- التعاون مع أكبر مراكز البحوث الوطنية ووزارة التعليم العالي، إلى جانب التعاون المستقبلى مع الكيانات الدولية المشتركة لتبادل الخبرات.
- إنشاء مركز معلومات بيولوجى وطنى فعال يخدم احتياجات الباحثين المتزايدة.
- إنشاء واحدة من أكبر المستودعات البيولوجية الوطنية فى منطقتنا.
- التطوير المهني لبرامج التعليم المستمر والمحافظة عليها لخدمة وطننا.
- الحفاظ على الجودة والمعايير الأخلاقية العالمية.
- زيادة منشوراتنا الدولية، للمساعدة فى التقدم العلمى العالمى.

أعدت ونشرت أكاديمية البحث العلمى والتكنولوجيا Academic scientific Reseach & Technology (ASRT) دراسة إستراتيجية بعنوان : COVID and Post COVID Priorities and Preparation of Egypt STI (March 2020). كانت إحدى التوصيات الرئيسية لهذه الدراسة هي الضرورة الفورية لإنشاء الجينوم المرجعي المصري ، لتلبية التقدم المستقبلي في ثورة الطب الشخصي والدقيق. أطلقت ASRT دعوة تنافسية لمشروع "مصر جينوم" وفاز تحالف، برئاسة المركز المصرى للأبحاث والطب التجديدى (ECRRM) .

كما أشار (معتصم البارودى، 2020): الى أن مشروع إنشاء مركز الجينوم المصرى هو العمود الرئيسى لأي منظومة صحية متطورة. ويعتبر مشروع الجينوم هو أكبر مشروع علمى فى تاريخ مصر الحديثة. ومن المتوقع أن تتنوع عوائد البرنامج وتحسين منظومة الصحة العامة والرعاية الصحية، وتنمية العلوم الطبية، وتنمية صناعات جديدة، فضلًا عن خلق فرص عمل فى مجالات جديدة، ورفع القدرة على تقديم خدمات الجينوم فى مجالات الرعاية الطبية داخل مصر، وما بين نشر علمى فى أكبر الدوريات العالمية.

أطلقت الوزارة المبادرة الخاصة بهذا المشروع ممثلة فى أكاديمية البحث العلمي بالتعاون مع وزارات الدفاع والصحة والاتصالات وأكثر من 15 جامعة ومركزًا بحثيًا ومؤسسة مجتمع مدنى. أستقر رأى إدارة الأكاديمية على الاستعانة بعلماء مصريين فى المهجر وعالم واحد من علماء الداخل متخصص وغير مشارك فى المقترحات المقدمة للأكاديمية لتقييم المقترحات المقدمة. جاءت توصية لجنة التقييم بأن المقترح المقدم من مركز البحوث الطبية والطب التجديدي هو أفضل هذه المقترحات من حيث البنية التحتية المتاحة، تهيأة الجهة لاستضافة معمل الجينوم المصرى. (WWW. Scidev.net 2020)

2. أهداف مشروع الجينوم المرجعى للمصريين: وفق موقع مركز البحوث الطبية والطب التجديدى 2022 https://egp.sci.eg/ar/about-genome/

الهدف الرئيسي للمشروع: رسم خريطة جينية مرجعية للشعب المصري، تضمن تحديد المؤثرات الجينية في تأثير الأدوية وعلاج الأمراض المختلفة وتحديد العوامل الجينية المؤثرة في الاستجابة لأسباب الأوبئة المختلفة. ما يساعد على تفعيل الطب الشخصي Personalized Medicine والطب الدقيق Precision Medicine، وما يساهم في تحديد الأشخاص الأكثر عرضة للإصابات الفيروسية والذي يمكن أن يتعرضوا لانتكاسات صحية عنيفة تتطلب رعاية صحية خاصة، والمشروع هو العمود الرئيسي للطب الشخصى وأى منظومة صحية متطورة. ويهدف المشروع أيضا الى دراسة الجينوم المرجعي لقدماء المصريين وكذلك دراسة الجينات المتعلقة ببعض الأمراض القاتلة مثل أمراض القلب والأورام السائدة فى المصريين وكذلك الأمراض الوراثية الشائعة فى مصر.

الأهداف المتخصصة للمشروع

أ. دراسة الاختلاف الجينى ومدى تأثيره على صحة الإنسان من خلال أبحاث الاختبارات الجينية وعلم الوراثة الطبية.

ب. دراسة الجينوم المصري وذلك من خلال البحث في الجينات الجديدة المسببة للأمراض في الشعب المصري والتي لم توصف من قبل وتختلف عن باقى الجينات المسببة لهذه الأمراض عالمياً.

ت. التوصل الي العلاجات الدقيقة والتي تتناسب مع طبيعة تكوين الشعب المصري وذلك بالتعاون مع شركات الدواء لإنتاج أدوية ذات قدرة اكبر علي التعامل مع الطبيعة الجينية للإنسان المصري مما سيؤدي الي توفير دواء قادر بشكل اكبر علي علاج تلك الامراض وكذلك توفير قدر كبير من التمويل المنصرف علي العلاجات الكيماوية المستوردة من الخارج للأمراض السرطانية.

ث. المساهمة في منع بعض الامراض المرتبطة بالوراثة وخاصة بالنسبة لزواج الاقارب وذلك بتدقيق الابحاث الجينية المتخصصة في هذا المجال.

ج. اختيار الابطال الرياضيين الاولمبيين وتوزيعهم على الالعاب المختلفة سواء تلك الالعاب التي تتميز بالقدرة على التحمل او الالعاب التي تحتاج الي قوة جسديه لممارسة اللعبة وغيرهما.

ح. خفض تكلفة الرعاية الطبية، وتحسين جودة حياة المصريين، ورسم خطط صحية وقائية، وفتح الباب لتطبيق العلاج الجيني في الأمراض المستعصية داخل مصر، وتطبيق الوراثة الدوائية في العلاج، وفتح الباب لتطوير وتوطين الصناعات المرتبطة بالجينوم في مصر لتكون مقر لها في أفريقيا، وتأصيل تصميم الأدوية بما يتلاءم والمحددات الجينية للمصريين.

خ. دراسة الجينات المتعلقة ببعض الأمراض الشائعة فى مصر، مثل: أمراض القلب والأورام والأمراض الوراثية.

د. دراسة الجينوم المرجعي لقدماء المصريين.

ثانياً : أدوار رئيسية في مشروع الجينوم المرجعى للمصريين والمخرجات المتوقعه:

1. أدوار رئيسية في مشروع الجينوم :

(معتصم البارودى، 2020): أصبح إختيار مركز البحوث الطبية والطب التجديدى التابع لوزارة الدفاع مقرا للمشروع، بمشاركة علمية من الجامعات والمراكز البحثية المصرية ومعاهد وزارة الصحة ذات الخبرة فى علم الجينوم، بموجب إتفاقية تعاون ثلاثية بين الأكاديمية ومركز الطب التجديدى بوزارة الدفاع والجهات المنفذة.

وقد تم تأسيس وحدة لمعالجة البيانات الكبيرة تبنى على الإمكانيات الحاسوبية المتاحة في الجهات التي تملك Supercomputers وتوصيله بأكاديمية البحث العلمى لتوفير القدرة الحاسوبية اللازمة لإجراء تحليل البيانات الكمية الهائلة المنتظر إنتاجها. يشارك فى التحليل مجموعات المعلوماتية الحيوية.

أعلنت الأكاديمية عن فتح باب التقدم لتلقى مقترحات من مجتمع البحث العلمى المصرى فى عدد من المشروعات القومية الكبرى فى مجالات التعليم والصحة والدواء والزراعة والغذاء والطاقة، وذلك تنفيذا لتوصيات خريطة الطريق وأوراق السياسات والمتعلقة بأولويات البحث العلمى لمرحلة ما بعد كورونا للعام المالي 2021/2020. وتم فتح باب التقدم فى 20 يوليو 2020 على موقع الأكاديمية وفى كل الصحف ووسائل الإعلام المصرية، وكان من بين المشروعات الكبرى المعلن عنها فى مجال الصحة والدواء – مشروع الجينوم البشرى المرجعى للمصريين Egyptian Reference Human Genome Project

2.المخرجات المتوقعة من مشروع الجينوم المرجعى للمصريين :

- رفع قدرات شباب الباحثين وبناء كتلة حرجة وجيل من العلماء المصريين فى المجال.
- بناء قاعدة عريضة من الباحثيين وإرساء مبادئ البحث العلمى والتفكيير العلمى الجيد.
- سيصبح المركز منارة لكل الباحثين المهتمين بأبحاث الجينوم داخل مصر وخارجها.
- تجميع العينات وحفظها بصورة صحيحة ودراستها داخل مصر بدون نقلها للخارج.
- تحديد التتابع الجيني الكامل للعينات وعمل نسخة مرجعية للجينوم البشرى للمصريين، دون الحاجة للإفصاح عن أى بيانات تتعلق بالأمن القومى المصرى.

https://www.scidev.net/mena/news/egyptian-reference-human-genome/

ثالثاً قضايا وإعتبارات هامة في البحوث الجينية في مصر وغيرها :

وهى القضايا التي نستعرضها من خلال دراسات هامة :

1. **دراسة (فواز صالح ، 2011) مبدأ إحترام الكرامة الإنسانية فى مجال الأخلاقيات الحيوية:** مصطلح الأخلاقيات الحيوية، أو أخلاقيات البيولوجيا، هو مصطلح حديث العهد، ويقصد به مجموعة القواعد التي يقوم المجتمع بوضعها لنفسه لمواجهة المشكلات الناجمة عن التقدم العلمي السريع، الناجمة عن الثورة البيولوجية الجزئية، في مجالات الطب والوراثة وعلم الأحياء والتقانة الحيوية، وذلك من أجل ترسيخ وضمان كرامة الإنسان. وتهدف هذه الأخلاقيات إلى تحديد القواعد اللازمة لتوجيه هذا التقدم بما يحافظ على كرامة الإنسان المتأصلة فيه. ومن ثم فإن هذه الأخلاقيات تكرس مجموعة من المبادئ التوجيهية من أجل تمكين كل فرد، بمواجهة هذا التقدم العلمي الهائل، أن يجري اختياراته بوصفه فرداً حراً ومسؤولاً. وتقوم هذه الأخلاقيات على أساس مشاركة عامة الشعب في وضع هذه القواعد، مما يتطلب تشجيع الحوار وتنوع اختصاصات العاملين في مجال هذه الأخلاقيات

ولقد لعب القانون دوراً هاما فى تطوير هذه الاخلاقيات، اذ ساهم رجاله بفاعلية فى وضع المبادئ القانونية والأخلاقية التى تحكم أخلاقيات الطب وعلم الاحياء، فالقانون الفرنسى ينص على عدد من المبادئ الاساسية التي يجب ان تخضع لها التطورات العلمية التي حققتها الثورة البيولوجية. واذا القينا نظرة على مواده نجدها تكرس ثلاثة انواع من المبادئ الاساسية فى هذا المجال، النوع الاول يتعلق بالشخص ذاته، فى حين يتعلق النوع الثاني بجسد الشخص، واخيرا يتناول النوع الثالث الجنس البشري.

وكذلك الحال بالنسبة للأعلان العالمى بشأن الجين البشرى وحقوق الانسان الذى تبنته منظمة اليونسكو عام 1997 الذى شمل خمس وعشرين فصلا اقترحت فيها معايير كونية لضبط وتنظيم الابحاث العلمية فى المحدد الوراثى البشرى، وبشكل عام جميع الامكانيات العلمية الجديدة المتاحة فى مجال تغيير طبيعة الاحياء، وفكرة الاعلان الرئيسية هي ضرورة البحث عن صيغة للتوفيق بين حرية عمل الباحثين العلميين وبين ضرورة إحترام النفس البشرية وكرامة الانسان والسرية التامة وحماية البشرية عموما من التجاوزات المتعددة التي يمكن ان تنشأ عن ابحاثهم وتجاربهم. وقد تعهدت الدول الموقعة عليه بأحترام المبدأ القاضي بأن (لكل فرد الحق فى ان تحترم كرامته وحقوقه بغض النظر عن خصائصه الوراثية). واذا كانت الدول الموقعة على بنود الاعلان قد حثت على مواصلة البحث العلمى فى مجال المحدد الوراثى للأنسان فانها فى الوقت ذاته التزمت بمنع كل تصرف مسيء.

2.دراسة عبدالقادر رحمو (2006): تحدى التكون الحيوى، علم الأحياء وكبرى تساؤلات الحياة وهكذا أصبح الطريق ممهد لصدور مجموعة من الإعلانات والمواثيق الدولية لحماية المرضى وللتأطير الاخلاقى لمهنة الطب.

وقد اشتركت هذه الاتفاقيات على ان تكون الغاية النهائية من البحث العلمى هي سعادة الانسان ورفاهيته، ولا يجوز ان يرجح على مبدأ سمو الكائن البشري اية اولويات اخرى، وامام هذا التقدم العلمي فى مجالات علم الاحياء والطب والوراثة يجب على المشرع ان يوفق بين متطلبات التقدم العلمى واحترام الانسان و الانسانية. والاداة الاساسية لهذه الحماية تكمن فى صون الكرامة الانسانية للجنس البشرى.

الأخلاقيات العملية، الأخلاقيات البيولوجية والأخلاقيات الطبية يكون بالإمكان وصفها بشكل دقيق كأخلاقيات مهنية، فلا يتحدث علماء الأخلاقيات المهنية فقط عن الموضع والمهنة لجماهير أكثر اتساعاً بل أيضاً يسعون إلى مخاطبة أو مواجهة الاهتمامات ويؤثرون على المهنة ويتأثرون بها.

2. فتوح الشاذلى 2014 بعنوان: قراءات فى دستور مصر 2014 (5): الحقوق والحريات العامة

https://legal-agenda.com

نصت المادة 51 من الدستور على أن "الكرامة حق لكل إنسان، ولا يجوز المساس بها، وتلتزم الدولة باحترامها وحمايتها". أما المساس بسلامة جسم الإنسان لغير أغراض العلاج، فقد حظره الدستور فى المادة 60 منه، التى تنص على أن "لجسد الإنسان حرمة، والاعتداء عليه أو تشويهه أو التمثيل به جريمة يعاقب عليها القانون. ويحظر الاتجار بأعضائه، ولا يجوز إجراء أي تجربة طبية أو علمية عليه بغير رضاه الحر الموثق، ووفقا للأسس المستقرة فى مجال العلوم الطبية، على النحو الذي ينظمه القانون ."وكانت المادة 41 من دستور 2012 تقرر ذات الحماية الدستورية لجسد الإنسان .ويتناول هذا النص الدستورى بالتجريم أفعال الاعتداء المادى على سلامة جسم الإنسان، ويدخل فيه تشويه الجسم بأى طريقة تؤدى إلى إحداث عاهة مستديمة أو ما دون ذلك من صور الاعتداء. وقد انتهج الدستور المصري الجديد منهجا مزدوجا، فنص على الحقوق والحريات الأساسية للإنسان في صلب الدستور ذاته، ثم أضفى قيمة دستورية على المواثيق الدولية لحقوق الإنسان وحرياته الأساسية، بتمييزها بنص خاص بها ضمن مواد الدستور.

نتائج وتوصيات ومقترحات البحث

أولاً: نتائج البحث :

إن النتائج المستخلصة من الدراسة وذلك لحل المشكلة تعمد بشكل جذرى على أن يكون البحث العلمى المصرى هو أداة التطوير وحل المشكلات لدى مؤسسات الإنتاج (للدولة والقطاع الخاص) ليعود ذلك بالدعم المادى من المؤسسة المنتجة (شركات ورجال اعمال) الي الباحث والهيئة البحثية – وهو سبب معانتها– لزيادة قدرة البحث التنافسية على أن يصب ذلك كله فى تحقيق أهداف خطة التنمية المستدامة للدولة. وضع ذلك فى إطار خططى قابل للتنفيذ محققاً أهداف التنمية مستخدماً التكنولوجيا الحيوية فى كل المجالات جنباً بجنب.

ثانياً : توصيات ومقترحات البحث :

- **عمل خطة إستراتيجية للبحث العلمى بالدولة** وتعميمها على الجامعات والمراكز البحثية بحيث تنسجم وتخدم أهداف خطة التنمية المستدامة للدولة (2030) وتساعد فى تحقيقها وإنشاء تواصل حقيقي بين العلماء العاملين فى نفس المجال والتواصل بينهم وبين المدارس العلمة العالمية المتخصصه من خلال المشاركة فى المؤتمرات الدولية لرفع الوعي بالجديد فى مجالات العلم بين الباحثين، وعدم فصل البحث العلمى عن وزارة التعليم العالى والبحث العلمى.
- **خلق المجال الملائم لانخراط البحث العلمى فى التطبيق** ليعود ذلك بدعم تلقائيا على البحث العلمى، بمعني أنه اذا وجدت العلاقة القوية بين البحث العلمى (الجامعات والمراكز البحثية) والمؤسسات –العاملة فى مجال الصناعة والزراعة والتربية ...الخ ، فإنه سيتم الاستفادة من نتائج الباحثين فى تطوير الصناعات وتحسين المنتج ليصبح قادرا على المنافسة على المستويين الإقليمي والعالمي، و فى المقابل سيتم تقديم الدعم المادي من المؤسسات المستفدة (الصناعة وغيرها) للبحث العلمى نظير ما قدمه البحث العلمى من حلول للمشكلات التى تعانى منها تلك الشركات وما أسفر عنه البحث من تطور لمنتجاتهم، ومن خلال هذا الترابط بين (البحث العلمى– الصناعة) فقد تم خلق دعم للباحث ودعم للمؤسسات الصناعية وبالتالي استفادة اقتصاد الوطن.
- **اقامة وحدات بالجامعات ومراكز البحوث المتخصصة، لتسويق نتائج البحوث،** وهو ما يعود بالدعم المادي على الباحثين فضلا عن كونها دعاية للبحث لزيادة الطلب على تطبيقه لدي الشركات وأيضا دعاية للمؤسسة البحثية لدي هئات الإنتاج للرجوع اليها بطلب بحوث علمية فور تعرضهم لمشكله او احتياج تطوير منتج.
- **تعديل قانون تنظيم الجامعات ليصبح الإضافة الابتكارية من شروط منح الدرجات العلمية** والترقية. وإلزام الباحث بالنشر العلمى العالمى باعتباره المفهوم والمعيار الحقيقى الذى يحدد القيمة العلمية لصاحب البحث، حيث أن هذه القيمة يتم تحديدها بمدي التأثير الذى تحدثه نتيجة البحث وعدد المستفدين منه، وكلما زادت عدد المرجعية للأبحاث تزداد قيمته على المستوي العالمي.
- **تطوير مهارات شباب الباحثين فى استخدام التكنولوجيا البحثية** ورفع خبراتهم من خلال الدورات التدريبة التي يتم من خلالها إحداث حلقة وصل بين الخبراء فى مجال ما والدارسين فى نفس المجال.
- **زيادة الاعتمادات المالية للبحث العلمى بالجامعات ومراكز الأبحاث** وزيادة الانفاق الحكومى على دعم الباحثين والعمليات البحثية وتوفر مرتبات لهم تكفى لحياة كريمة مستقرة وتتيح لهم التفرغ للبحث العلمى والجامعات.
- **إعداد بيانات متجدده عن الأجهزة البحثية المتاحة فى كل جامعه ومركز بحثى،** والإعلان عنها على منصة موحده لجمهورية مصر العربية، فقد تتوفر فى مصر بعض الأجهزة الحديثة التي يمكن استخدامها لإنتاج بحوث

جيدة، ولكنها مجهولة، فقد لا يعلم عنها الباحثين إلا بالصدفة. وأيضا الاهتمام بإعداد منظومه للصيانة الدورية للأجهزة.

- **متابعة ما تقوم الدولة من تموله من المشروعات البحثية بشكل حرفى** وعدم الاكتفاء بتقارير شكلية، وتشجيع إقامة شراكات المشروعات البحثية مع الغرب. ومراعاة وجود إدارة مدربة لموارد البحث العلمى، والاهتمام بالفنيين فى المراكز البحثية وعد التقليل من شأنهم واعداد جيل منهم متدرب على كل ما هو حديث.

المراجع:

أولاً :المراجع العربية:

1. إيهاب عبد الرحيم (2021): الجينوم البشري على وشك الاكتمال عبر اكتشاف نحو 115 جينًا جديدًا ." مونت كارلو الدولية" .*2021-06-29*. Retrieved 2021-06-29. مجلة العربي.
2. أيمن مسلم (2015). بريطانيا تطلق مشروع تحليل 100 ألف جينوم بشري لمعرفة سبب السرطان. – لندن (رويترز)
3. عبد الحليم حفينة (2021). مشروع الجينوم المرجعي".. مصر تبني خريطة للأجداد والأحفاد 3/ مارس 2021 – القاهرة – سكاي نيوز عربية.
4. عبدالقادر رحمو (2006): تحدى التكون الحيوى، علم الأحياء وكبرى تساؤلات الحياة. الطبعة الأولى، أطلس للنشر والتوزيع، دمشق 2006
5. كيندال هافن (2011): قصة أعظم 100 اكتشاف علمي، اكتشاف الجينات القافزةJumpin Genes اكتشاف الجينات (وظيفة الموروثات)، بحث عن تاريخ الجينوم البشري – Human Genome
6. محمد لبيب سالم و صبري على(2015). الجينوم البشري بين نعمة الاكتشاف ونقمة التطبيق، منظمة المجتمع العلمى العربي.
7. فواز صالح (2011): مبدأ إحترام الكرامة الإنسانية فى مجال الأخلاقيات الحيوية مجلة جامعة دمشق للعلوم الإقتصادية والقانونية-المجلد- 27- العدد الأول - 2011
8. نشوى الخزرجى (2022): Biotechnology: Application in Medical and Pharmaceutical fields. Department of Clinical Pathology-Hematology ,Ain Shams Medical Research Institute (MASRI), Faculty of Medicine, Ain Shams University لقاء الخبراء- معهد التخطيط القومى.

المراجع الأجنبية:

1. Shikh Mizan (2013): Major sub-divisions of Biotechnology and some of their products and services. Journal of Enam Medical College; 3(1): 32-46
2. Flavio Rizzolo et. al. 2014, The evolution of the concept of Biotechnology, University of Trento, Trento, 38100, Italy {flavio, velgias, jm, bykau}@disi.unitn.eu

المواقع الإلكترونية:

1. حسين محمد 2021 عن إستخدامات التكنولوجيا الحيوية الطبية.
   https://www.easyunime.com/advice/biotechnology-study-2400/
2. طارق قابيل 2020 مشروع الجينوم المصري.. أن تأتي متأخرًا خير من ألا تأتي أبدًا! الجزء الأول : ما هو الجينوم، وما هي أهمية دراسته؟ منظمة المجتمع العلمى العربى. https://arsco.org/article-detail-1752-8-0
3. مبرواز وونكام 2021 مشروعُ توصيف ثلاثة ملايين جينوم أفريقى. *Nature* (2021) doi:10.1038/d41586-021-00313-7 Published online: 19 Apr 2021

4. محمد شوشة 2021 البحث العلمى فى مصر.. مشكلات وحلول
https://www.elbalad.news/4907373
5. وزارة الصحة والسكان: "التأمين الصحي الشامل" بين الخصخصة والحماية من غلاء العلاج"، *مدى مصر، مؤرشف من الأصل فى 18 مايو 2020*، http://www.mohp.gov.eg.
6. موقع جريلاند 2021 بعنوان استخدامات التكنولوجيات الحيوية https://www.greelane.com/ar
7. تقرير مجلة نيتشر العربية 2020 بعنوان ترتيب دول التكنولوجيا الحيوية الأعلى /https://arabicedition.nature.com
8. منى الحمودى وأنور سلام 2021 بعنوان الجينوم الإماراتى موقع الإتحاد /https://www.alittihad.ae/news
9. موقع برنامج الجينوم السعودى
https://www.vision2030.gov.sa/ar/v2030/v2030
10. موقع قطر جينوم http://www.qf.org.qa
11. سكاي نيوز عربية 4 ديسمبر 2014 – أبوظبى – إكتشاف خارطة طريق للجينوم البشرى
https://www.skynewsarabia.com/technology/707198-
12. معتصم البارودى 2020 بعنوان إطلاق مشروع جينوم للمصريين وقدماء المصريين.
https://www.scidev.net/mena/news/egyptian-reference-human-genomegrid.ac"
13. معهد تيودور بلهارس للأبحاث ، grid.ac، مؤرشف من الأصل في 04 نوفمبر /2019
14. https://sis.gov.eg/Story/116615/الصحة-في-دستور-2014
15. فتوح الشاذلي 2014 قراءات فى دستور مصر 2014 (5): الحقوق والحريات العامة
https://legal-agenda.com

1. https://portalfamososbr.com/ar/pages/2923-ranking-the-top-biotech-countries
2. https://www.anythingresearch.com/industry/Research-Development-in-Biotechnology.htm
3. https://www.maximizemarketresearch.com/market-report/global biotechnologymarket/10844/
4. https://mri.alexu.edu.eg/index.php/ar/mtc 2021موقع معهد البحوث الطبية-جامعة الإسكندرية
5. http://www.crci.sci.eg/ المركز القومى للبحوث
6. www.egp.sci.eg 2022 موقع مركز البحوث الطبية والطب التجديدى
7. https://h3africa.org
8. http://www.mohp.gov.eg/ موقع وزارة الصحة والسكان المصرية –
9. (http://srtacity.sci.eg/ar/ موقع مدينة الأبحاث العلمية والتطبيقات التكنولوجية)
10. (www.rio.sci.eg موقع معهد بحوث أمراض العيون)
11. https://7asreeat.com 2020موقع معهد ناصر
12. https://www.greelane.com/ar / 2021