مقال ملحق

المعلوماتيّة الحيويّة
في تدريس العلوم الطّبيعيّة

أ.عبد الكريم كاملي

المعلوماتيّة الحيويّة أو البيومعلوماتيّة هو ميدان علمي جديد عمره لا يتعدّى 30 سنة. وهو علم هجين يجمع بين علمي الأحياء (البيولوجيا) وعلم الحاسوب (المعلوماتيّة). كما يحتاج هذا العلم الجديد إلى علوم أخرى أهمّها الرياضيات، الفيزياء والكيمياء خاصّة منها الفيزياء الحيويّة (البيوفيزياء) والكيمياء الحيويّة (البيوكيمياء).

تعريف البيومعلوماتيّة: هناك عدّة تعاريف يمكن ذكرها ومنها:

1. تنظيم واستغلال المعطيات البيولوجيّة باستعمال تكنولوجيا المعلومات من حواسيب وبرامج وبنوك وشبكات.

2. تطبيق تكنولوجيا المعلومات (علم الحاسوب أو المعلوماتيّة) في تنظيم وتحليل البيانات البيولوجيّة. أي أنّ الحواسيب تستعمل لجمع، تخزين، تحليل ودمج البيانات البيولوجيّة.

يمكن أن يقول قائل أنّ هذا ينطبق عل كلّ ميادين العلوم المختلفة ولا يقتصر على علم الأحياء. هذا صحيح لكن ما شهده علم الأحياء من انفجار كبير في كميّة المعلومات المتوفّرة لم يشهده علم آخر، كما أنّ هذه المعلومات هي ثمرة نتائج تجريبيّة لا يمكن استغلالها إلا بتخزينها بطريقة صحيحة وتطوير البرامج المناسبة لاستغلالها واستخراج معلومات تطبيقيّة منها. لذلك فإنّ ظهور البيومعلوماتيّة كعلم مستقلّ كان نتيجة للحاجة الماسّة التي تتطلّبها كثرة البيانات البيولوجيّة التي تمّ الحصول عليها.

تتكون كلمة البيومعلوماتيّة أو المعلوماتيّة الحيويّة من كلمتين:

بيولوجيا= علم الأحياء (Biologie (Biology؛

المعلوماتيّة= علم الحاسوب وتطبيقاته Informatique (Computer science).

علم الأحياء من تسميته هو العلم الذي يدرس الكائنات الحيّة من حيث الشكل والوظيفة. أي أن علم الأحياء يدرس وظائف الكائنات الحيّة وأسس التّنوع بين الكائنات الحيّة الحيوانيّة والنباتيّة والكائنات الدقيقة وغيرها.

تحول علم الأحياء بدايّة من منتصف القرن الماضي من علم أحياء كلاسيكي يعتمد أكثر على الوصف والملاحظة إلى علم أحياء جزيئي يهدف إلى فهم الأسس الجزيئيّة لوظائف وأشكال الكائنات الحيّة. ويقصد بالمستوى الجزيئي هو دراسة الجزيئات والتي تنحصر أساسا على دراسة

البروتينات بالدرجة الأولى والأحماض النوويّة (ADN وARN).

والبروتينات هي جزيئات كبيرة(macromolécules) تتكون من عدد كبير من الأحماض الأمينيّة (يفوق 100 عادة وقد يصل إلى عدة ألاف) وهي الجزيئات المسؤولة عن وظائف الكائنات الحيّة. لا توجد وظيفة حيويّة لا تتدخّل فيها بروتينات (التّنفس الرّؤيا، الحركة، المناعة.... إلخ).

بدأ عصر البيولوجيا الجزيئيّة في خمسينيات القرن الماضي باكتشاف تتابع أول بروتين وهو الإنسولين من طرف العالم (Frederick Sanger) في سنة 1951 واكتشاف بنيّة الحمض الريبي النووي منقوص الأكسجين (ADN) من طرف العالمين (Watson) و(Crick) في سنة 1953 واكتشاف بنيّة أول بروتين (الميوغلوبين) سنة 1958 من طرف العالم John Kendrew.

تبع ذلك اكتشاف الشفرة الوراثيّة من طرف العالم (Marshall Nurenberg) في 1964 والأحماض النوويّة الريبيّة وآليّة تركيب البروتين بعد ذلك في ستينيات القرن الماضي.

في السّبعينات تمكن العلماء من اكتشاف طرق تسمح بتحديد تتابع القواعد قي ADN مما سمح بانطلاق عمليات تحديد تتابع أنواع الجينوم في مختلف الكائنات بدايّة بالفيروسات في نهايّة السّبعينات ووصولا إلى مشروع جينوم الإنسان الضخم في بدايّة التّسعينات والذي دام أكثر من 10 سنوات وتم استكماله في سنة 2003. كانت سرعة الاكتشافات تزداد بتطوّر طرق التّحليل التي أصبحت مع مرور الوقت أكثر دقة وتتمّ بصورة آليّة(Automatique).

تزايد حجم المعلومات كان في 3 ميادين:

تتابع الأحماض الأمينيّة في البروتينات؛

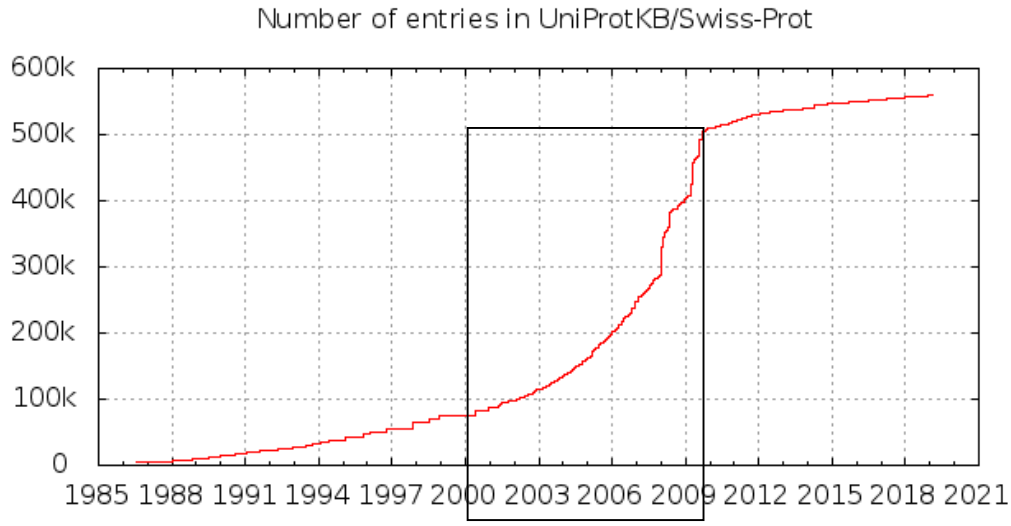
البنيات الفراغيّة للبروتينات؛

تتابع القواعد في أنواع الجينوم؛

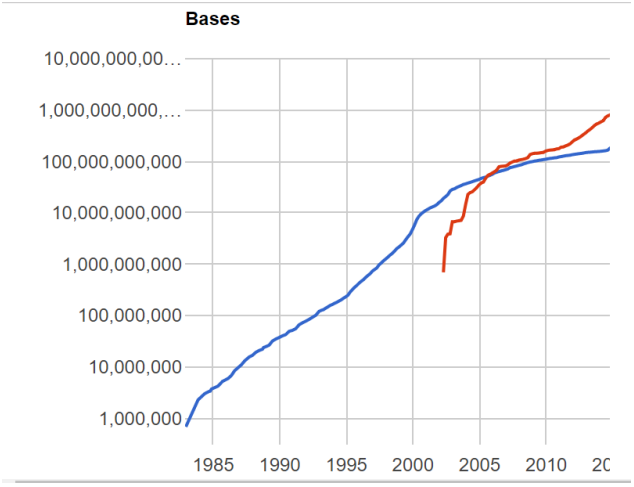
هذا التّزايد كان واضحا في العشريّة الأولى من القرن الحالي ويمكن توضيح ذلك من خلال الإحصائيات المتوفرة في بعض البنوك المعروفة والتي يمكن الرجوع إليها على الشبكة.

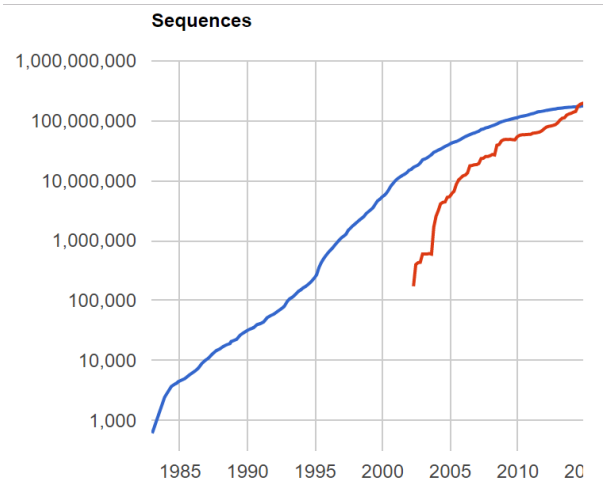
1- بلغ عدد البروتينات التي تم تحديد تتابع الأحماض الأمينيّة فيها يوم 6 أفريل 2019

559228 بروتين تحتوي على ما يقارب 200905869 حمض أميني وكان التّزايد في حجم المعلومات كبيرا بين سنتي 2000 و 2010 (العشريّة الأولى من القرن الحالي) تنتمي هذه البروتينات إلى عدد كبير من أنواع الكائنات الحيّة (الإنسان والحيوان والنبات والكائنات الدقيقة).

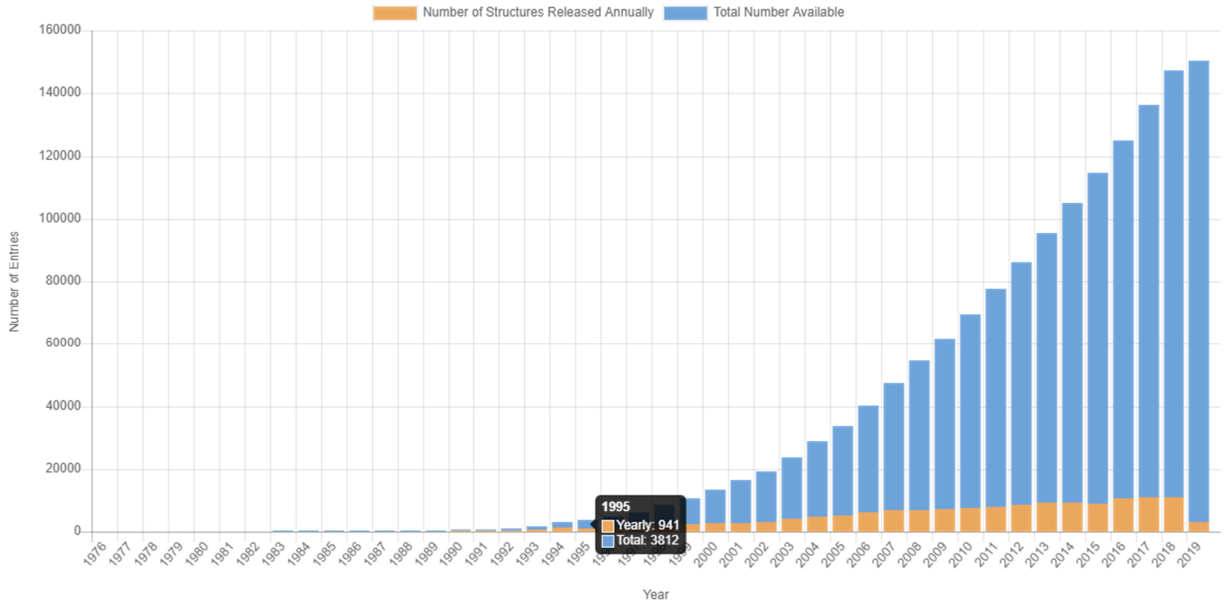


كما تزايد عدد القواعد الآزوتيّة في بنوك المورثات بدرجة أكبر من الأحماض الأمينيّة ويمكن ملاحظة ذلك من خلال بنك المورثات المعروف بـ(Genbank) . يشير المنحنى إلى بلوغ عشرة ألاف مليار قاعدة في البنك يوم 08 أفريل 2019. وهذه القواعد تابعة لأكثر من 100 مليون جزيئة ADN أو ARN.





أمّا عدد البنيات الفراغيّة التي تم تحديدها إلى غايّة 08 أفريل 2019 في البنك الخاصّ بالبنيات الفراغيّة والمعروف باسم PDB (Protein Data Bank) فكان 150593 بنيّة فراغيّة لبروتين. ويوضح المنحنى الموالي كذلك التّزايد الكبير في المعلومات منذ بدايّة القرن الحالي (منذ سنة 2000).



للتعامل مع هذا التّزايد الكبير للمعلومات تم إنشاء بنوك البيانات (المعلومات) Databases ابتداء من نهايّة الثّمانينيات من القرن الماضي وتم وضعها على شبكة الإنترنت في متناول الباحثين والمهتمين بصورة مجانيّة كما تم تزويد المواقع بمحركات بحث تسمح بإيجاد المعلومات المناسبة بسرعة. كما تم بالموازاة تصميم برامج متخصصة في معالجة وتحليل هذه البيانات من طرف مختصّين في الإعلام الآلي (البيومعلوماتيّة) وتوفير هذه البرامج للمستعملين بصورة مجانيّة أو بالمقابل. والعمل متواصل لتحديد وظيفة هذه المعلومات أو هذه الجزيئات ويحتاج إلى وقت طويل لإكماله.

بهذه الطّريقة ولد البيومعلوماتيّة التي عمرها الآن حوالي 30 سنة.

يمكن تلخيص اهتمامات هذا العلم في مايلي:

- الحصول على المعلومات البيولوجيّة ثم تخزينها في بنوك المعلومات؛
- تطوير برامج (برمجيات) لتحليل المعلومات التي تم تخزينها في بنوك المعلومات؛
- استعمال البرمجيات لتحليل المعلومات وتفسير العديد من الظّواهر البيولوجيّة والتّنبؤ (اكتشاف) وظائف أو ظواهر أو علاقات جديدة؛
- تطوير برامج لعرض البنيّة ثلاثيّة الأبعاد للبروتينات أو الأحماض النوويّة لفهم الوظائف الحيويّة على المستوى الجزيئي؛

• مقارنة تسلسل القواعد لاكتشاف اختلاف أو تقارب المعلومات الوراثيّة بين أنواع الكائنات المختلفة

تحتوي بنوك المعلومات الأساسيّة على معلومات تخص تتابع القواعد في ADN والبروتينات بالإضافة إلى بنيات البروتينات وبيانات التّعبير المورثي؛

كما تحتوي بنوك المعلومات الثّانويّة على معلومات ناتجة من تحليل المعلومات الأساسيّة ويتعلق ذلك بتصنيف البنيات وإيجاد العلاقات بين التّتابعات واكتشاف الطّفرات؛

• من أهم مميزات البنوك هو التّنظيم الجيد للبيانات وتسهيل الوصول إليها من مختلف أنحاء العالم

• بالإضافة إلى أدوات معلوماتيّة لعرض البيانات في أشكال أسهل للمستعمل.

ولهذا العلم تطبيقات متعددة في عدة ميادين من بينها:

الطّب الجزيئي Molecular medicine:

-الحصول على معلومات حول الجينوم سمح بإيجاد المورثات الخاصة بالأمراض أي الأساس الجزيئي للمرض الوراثي مما يسمح باقتراح علاجات أفضل أو اختبارات مبكرة للوقايّة من المرض؛

-فهم الأسس الجزيئيّة للمرض ودراسة تأثير الدواء باستعمال الطّرق البيومعلوماتيّة يسمح بإنتاج أدويّة أكثر فعاليّة وخاصة تِثر على أسباب المرض وليس فقط الأعراض بأقل الأعراض الجانبيّة الممكنة؛

-استعمال لمورثات سليمة لمعالجة مورثات مريضة (باستبدالها أو منع التّعبير) عنها أصبح ممكنا

تطلب هذا الميدان العلمي كذلك أشخاص مؤهّلين يمكن أن نطلق عليهم البيومعلوماتين أو Bioinformaticiens.

ولهذا الغرض تم إحداث تكوين جديد وشهادات جديدة في تخصص جديد هو البيومعلوماتيّة في العديد من جامعات العالم في مستوى ليسانس (التّدرج) أو الماستر والدكتوراه (بعد التّدرج). يتمّ خلال هذا التّكوين إدراج مقررات خاصة بالبيولوجيا وأخرى بالإعلام الآلي. الجيل الأول من المختصّين كانوا بيولوجيين مهتمين بالإعلام الآلي أو العكس. لكن الأجيال الجديدة تلقّت تكوينا مزدوجا حيث يحتاج المختصّون في البيومعلوماتيّة إلى نوعين من التّكوين.

تتلخص النظرة لحاليّة للتكوين في ميدان البيومعلوماتيّة في مستويين:

تكوين عامّ في أسس البيومعلوماتيّة لكلّ طلبة علم الأحياء والفروع المرتبطة به مثل العلوم الطّبيّة والزراعيّة وغيرها في شكل مقرّر واحد أو إثنين خلال سنوات التّكوين حتى يتمكّن طالب البيولوجيا من استغلال البيانات بصورة أفضل؛ تكوين متخصّص لتخريج مختصّين في البيومعلوماتيّة لتصميم التّطبيقات وتنظيم البيانات بالإضافة إلى استغلالها بصورة أعمق. بالإضافة إلى مساعدة الباحثين غير المختصّين في شكل فرق بحث متعدّدة التّخصصات.

ماهي الوضعيّة في الجزائر؟

هناك أفراد مهتمّين بالبيومعلوماتيّة في بعض الجامعات الجزائريّة قد يكون بعضهم قد تلقّى تكوينا متخصّصا في جامعات أجنبيّة. وهناك مبادرات فرديّة لإدراج تطبيقات بيومعلوماتيّة في برامج التّكوين لطلبة البيولوجيا. كما تمّ إدراج بعض المبادئ الأساسيّة (برامج معلوماتيّة بسيطة) في السّنة الثّالثّة من التّعليم الثّانوي لمادة العلوم الطّبيعيّة.

مثال: برنامج (Anagene) لتحليل ومقارنة المعلومات الوراثيّة وبرنامج (Rastop) لغرض ودراسة البنيّة الفراغيّة للبروتينات.

إدخال البيومعلوماتيّة في التّعليم في الجزائر.

بالإضافة إلى أهميّة البيومعلوماتيّة في البحث فإن لها كذلك في التّعليم حيث أصبح تعلم وتعليم كل جوانب علم الأحياء يحتاج إلى توظيف الأدوات والطّرق البيومعلوماتيّة.

تحتوي البرامج الجامعيّة في الجامعات المتطورة على مختلف التّخصصات المرتبطة بعلم الأحياء مثل الطّب مختلف فروعه وعلم الأحياء بمختلف فروعة بالإضافة إلى العلوم الزراعيّة والبيطريّة وغيرها على مقررات تدرس وتعلم الطّلبة هذه الأدوات البيومعلوماتيّة والبنوك المعلوماتيّة المختلفة وتطبيقاتها المختلفة.

سيتم خلال المداخلة تقديم أمثلة عن أهميّة استعمال الأدوات البيومعلوماتيّة في تعليم وتعلم مادة العلوم الطّبيعيّة في عدة مواضيع مثل دراسة المعلومات الوراثيّة والطّفرات وتركيب البروتين وبنيّة البروتينات والنشاط الإنزيمي وغيرها من المواضيع الأساسيّة في تدريس مادة العلوم الطّبيعيّة ابتداء من المستوى الثّانوي (الثّانيّة والثّالثّة ثانوي) وفي المستوى الجامعي بصورة أكثر تفصيلا وتعمقا في عدة وحدات ومعظم التّخصصات المرتبطة بالبيولوجيا والعلوم الطّبيّة.

ماذا يضيف إدخال الوسائل والطّرق البيومعلوماتيّة لتعليم مادة العلوم الطّبيعيّة خاصة في المستوى الثّانوي؟

في المستوى الثّانوي يبدأ التّلميذ بالتّعرف على بعض أسس البيولوجيا الجزيئيّة مثل دراسة الحمض الريبي النووي منقوص الأكسجين (ADN) وآليّة التّضاعف. كما يدرس أثر التّغير في المعلومات الوراثيّة (الطّفرات) في ظهور الأمراض الوراثيّة.

كما يدرس التّلميذ في نهاية المرحلة الثّانويّة كيفيّة تحويل المعلومات الوراثيّة في عمليّة الاستنساخ والتّرجمة أثناء عمليّة تركيب البروتين.

بالإضافة إلى دراسة الأسس الجزيئيّة لوظائف حيويّة هامة مثل المناعة والتّنفس والتّركيب الضوئي والاتصال العصبي. حيث يقوم التّلميذ بدراسة البنيّة الفراغيّة للبروتينات لغرض الوصول إلى فهم آليّة عمل هذه البروتينات وبالتّالي فهم الوظيفة الحيويّة بدرجة أفضل.

وقد أسهم إدخال الطّرق والوسائل البيومعلوماتيّة في توضيح العدد من الظّواهر التي كانت غامضة وإجراء عمليات تحويل كميّة كبيرة من المعلومات الوراثيّة بطريقة سريعة ودقيقة.