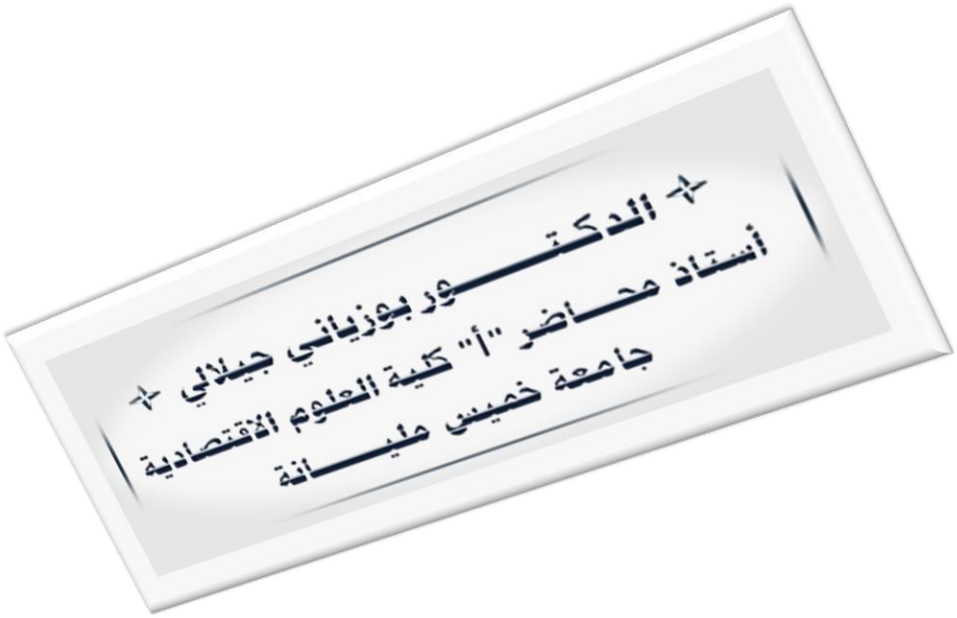
المحاضرة الثانية:

الشبكات العصبية ودورها في تحليل السوق المالي

من إعداد الدكتور: جيلالي بوزياني
أستاذ محاضر قسم "أ"
كلية العلوم الاقتصادية
جامعة خميس مليانة



مقدمة

تُعد الشبكات العصبية الاصطناعية (Artificial Neural Networks – ANNs) من أهم أدوات الذكاء الاصطناعي (Artificial Intelligence – AI) في تحليل الأسواق المالية، لقدرتها على معالجة العلاقات غير الخطية (Nonlinear Relationships) بين متغيرات كثيرة، واستخلاص الأنماط (Patterns) من البيانات السعرية والمالية والخارجية. وتزداد أهميتها في أسواق الأسهم حين تتغير الأسعار بفعل عوامل متداخلة، مثل حجم التداول(Trading Volume) ، والمؤشرات الفنية(Technical Indicators) ، والأخبار، والبيانات المالية السنوية للشركات.

تهدف هذه المحاضرة إلى نقل الطالب من الفهم النظري للشبكة العصبية (Neural Network) إلى القدرة على بناء نموذج تحليلي مبسط، وقراءة مخرجاته، وتقييم حدود استخدامه في التنبؤ قصير الأجل (Short-Term Forecasting) بأسعار الأسهم أو احتمالات الإفلاس. ولن تُستخدم في الأمثلة بيانات حقيقية لسوق أو دولة بعينها؛ بل بيانات افتراضية (Hypothetical Data) مصممة لتوضيح الخطوات الحسابية.

المكتسبات القبلية

يُفترض أن يكون الطالب قادرًا على:

1. التمييز بين مصطلحات في السوق المالي: كالسعر الافتتاحي (Opening Price) وسعر الإغلاق (Closing Price) وحجم التداول (Trading Volume).
2. قراءة جدول بيانات مالية بسيط يحتوي على التاريخ والسعر والحجم.
3. فهم النسبة المئوية والنسبة المالية (Financial Ratio) ومفهوم المتوسط.(Mean)
4. التمييز بين المتغير المستقل (Independent Variable) والمتغير التابع.(Dependent Variable) .
5. فهم معنى المتوسط الحسابي، والانحراف المعياري، والارتباط، ومفهوم السلسلة الزمنية.
6. إدراك أن التنبؤ المالي احتمالي، ولا يضمن النموذج تحقق النتيجة المستقبلية.

أهداف المحاضرة

بعد دراسة هذه المحاضرة، يُتوقع من الطالب أن يكون قادرًا على:

1. **التذكر:** تعريف الشبكة العصبية الاصطناعية (Artificial Neural Network – ANN) وعناصرها الأساسية.
2. **الفهم:** تفسير دور الأوزان (Weights) ودوال التنشيط (Activation Functions) في معالجة المدخلات.
3. **التطبيق:** إجراء حساب يدوي مبسط لمخرجات عصبون (Neuron) باستخدام أوزان ودالة تنشيط محددة.
4. **التحليل:** المقارنة بين الشبكة ذات التغذية الأمامية (Feedforward Neural Network – FNN)والشبكة المتكررة(Recurrent Neural Network – RNN) ، ونموذج الذاكرة طويلة الأمد (Long Short-Term Memory – LSTM).
5. **التقييم:** تحديد مصادر البيانات المناسبة لتحليل سهم، والتمييز بين البيانات السعرية والمؤشرات الفنية والبيانات المشتقة والخارجية.
6. **الربط الذهني:** ربط خصائص الشبكة العصبية باحتياجات السوق المالي: معالجة البيانات الضخمة (Big Data) والأنماط غير الخطية (Nonlinear Patterns).
7. **الابتكار:** اقتراح متغيرات مدخلة (Input Features) لبناء نموذج للتنبؤ بسعر إغلاق سهم في اليوم الموالي.
8. **الحكم النقدي:** تفسير مخاطر الإفراط في المطابقة (Overfitting) وتسرب البيانات (Data Leakage)في النماذج المالية.

المبحث الأول: أساسيات الشبكات العصبية لتحليل الأسواق المالية

يهدف هذا المبحث إلى تأسيس الفهم النظري للشبكات العصبية قبل الانتقال إلى بيانات السوق وأنواع الشبكات. وسيتناول المفهوم والخصائص والمكونات، ثم مزايا استخدامها في السوق المالي والتحديات التي تحد من موثوقيتها.

المطلب الأول: مفهوم الشبكات العصبية

يوضح هذا المطلب معنى الشبكة العصبية الاصطناعية(Artificial Neural Network – ANN) وخصائصها، ومكوناتها الأساسية، بما يمهد لفهم كيفية معالجتها للبيانات المالية.

أولًا: تعريف الشبكات العصبية (Artificial Neural Network – ANN)

الشبكة العصبية الاصطناعية (ANN) نظام تعلم آلي (Machine Learning System) يتكون من طبقات من العصبونات الاصطناعية (Artificial Neurons)، تستقبل البيانات وتعالجها عبر أوزان (Weights) ودوال تنشيط (Activation Functions)، بهدف تعلم العلاقة بين المتغيرات المدخلة والمتغير المستهدف، ثم إنتاج تنبؤ أو تصنيف.

يمكن صياغة المخرج في شبكة أمامية بسيطة كالآتي:

$$z = \sum_{i=1}^{d} w_i x_i + b,\ a = \phi(z)$$

حيث تمثل x_i المدخلات، وw_i الأوزان، وb الانحياز، وϕ دالة التنشيط، وa مُخْرَج العصبون. إذا كانت ϕ دالة الهوية، بقيت العلاقة خطية. أما إذا كانت مثل ReLU أو sigmoid، فيستطيع النموذج تمثيل علاقات غير خطية.

ثانيًا: خصائص الشبكات العصبية

1. **العلاقات اللاخطية (Nonlinear relationships)**: تستطيع الشبكة تمثيل علاقات لا تتبع خطًا مستقيمًا بين المتغيرات، فارتفاع حجم التداول لا يعني بالضرورة ارتفاع السعر بنسبة ثابتة.

2. **التوازي (Parallelism)**: يمكن معالجة عدد كبير من المتغيرات في الوقت نفسه، مثل السعر الافتتاحي (Opening Price)، وسعر الإغلاق (Closing Price)، وحجم التداول (Trading Volume)، والمؤشرات الفنية (Technical Indicators).

3. **التعلم من البيانات:(Learning from Data)** تعدّل الشبكة أوزانها (Weights) تدريجيًا عند تعرضها لأمثلة تدريبية.(Training Examples) ، التعلم من الأمثلة لا يكتب المحلل عادةً قاعدة منفصلة لكل حالة سعرية إنما يقدم للنموذج أمثلة تتكون من مدخلات وهدف، ثم يضبط النموذج تحويلًا رياضيًا يحقق أداءً أفضل وفق معيار محدد.

4. **التعميم :(Generalization)** الهدف ليس حفظ البيانات السابقة، بل إنتاج تنبؤات مقبولة لبيانات جديدة لم تمر عليها الشبكة.

5. **المرونة (Flexibility)** : يمكن استخدامها في مهام متنوعة، مثل الانحدار (Regression) للتنبؤ بالسعر والتصنيف (Classification) للتنبؤ باتجاه السهم.

6. **التكيف (Adaptability)** : يمكن إعادة تدريب النموذج (Retraining) عند تغير ظروف السوق أو إضافة بيانات جديدة.

ثالثًا: عناصر الشبكات العصبية ومكوناتها

تتكون الشبكة العصبية الاصطناعية (Artificial Neural Network – ANN) من:

1. **العصبون الاصطناعي (Artificial Neuron)** : وحدة المعالجة الأساسية التي تستقبل المدخلات وتنتج مخرجًا
2. **المدخلات (Inputs)** : المتغيرات التي تُغذى إلى الشبكة، مثل سعر الإغلاق في اليوم السابق (Previous Closing Price)وحجم التداول.(Trading Volume)
3. **الأوزان (Weights)** : أرقام تحدد اتجاه وقوة مساهمة المدخل ودرجة التأثير على المخرج.
4. **الانحياز (Bias)** : قيمة تُضاف إلى المجموع الموزون لضبط مخرج العصبون.
5. **الطبقات (Layers)** : تشمل طبقة المدخلات (Input Layer)، وطبقات خفية (Hidden Layers)، وطبقة المخرجات(Output Layer) .
6. **دوال التنشيط (Activation Functions)** : دوال تُدخل اللاخطية (Nonlinearity)، مثل دالة ReLU (Rectified Linear Unit) ودالة السيني.(Sigmoid)

مثال 01:

لنفترض أننا نتنبأ بسعر إغلاق افتراضي لسهم اعتمادًا على متغيرين:

1. سعر الإغلاق في اليوم السابق **(Previous Closing Price) = 100** وحدة نقدية.
2. حجم التداول الطبيعي **(Normalized Trading Volume) = 0.60**.
3. ليكن وزن سعر الإغلاق السابق **(Weight) = 0.80**، ووزن حجم التداول **(Weight) = 20** والتحيز (Bias) = 5 .

$$z = (100 \times 0.80) + (0.60 \times 20) + 5$$
$$z = 80 + 12 + 5 = 97$$

إذا استخدمنا دالة التنشيط الخطية (Linear Activation Function)، يكون المخرج: $\boldsymbol{Output = 97}$

يوضح هذا المثال أن العصبون لا "يتوقع" السوق وحده، بل ينتج قيمة وسيطة تُعالج في طبقات لاحقة لإنتاج تنبؤ نهائي.

مثال 02:

شركة افتراضية تراقب ثلاث متغيرات يومية: سعر الإغلاق **(Closing Price)**، وحجم التداول **(Trading Volume)**، ومؤشر القوة النسبية (Relative Strength Index – RSI)، لاحظ فريق التحليل أن ارتفاع الحجم لا يرتفع معه السعر في كل مرة.

لماذا قد يكون النموذج الخطي البسيط غير كافٍ لفهم هذه العلاقة.

المطلب الثاني: مزايا الشبكات العصبية في السوق المالي

يوضح هذا المطلب لماذا تُستخدم الشبكات العصبية الاصطناعية (ANNs) في تحليل أسواق الأسهم، من خلال ثلاث مزايا رئيسية:

أولًا: الأنماط غير الخطية (Non-linear patterns):

تتميز أسواق الأسهم بوجود علاقات غير خطية بين المتغيرات، فمثلًا قد يرتفع سعر السهم عند زيادة حجم التداول في ظروف معينة، لكنه قد ينخفض عند زيادة الحجم نفسه إذا صاحبته أخبار سلبية أو بيع من مؤسسات كبيرة.

تستطيع الشبكة العصبية الاصطناعية **(ANN)** تمثيل هذه التفاعلات عبر طبقات الإخفاء (Hidden Layers) ودوال التنشيط (Activation Functions) لذلك تستخدم نماذج الشبكات العصبية في التنبؤ بالتقلب المالي لقدرتها على التقاط الديناميكيات غير الخطية في بيانات السوق

(Ge et al., 2022)

ثانيًا: البيانات الضخمة (Big Data):

تتوفر أسواق الأسهم على كميات كبيرة من البيانات اليومية، مثل الأسعار الافتتاحية (Opening Prices)، وأسعار الإغلاق (Closing Prices)، وأعلى وأدنى الأسعار (High and Low Prices)، وحجم التداول (Trading Volume)، ويمكن للشبكة العصبية الاصطناعية معالجة هذه المتغيرات مجتمعة بدل تحليل كل متغير بمعزل عن الآخر، كما يمكن دمج البيانات السعرية مع المؤشرات الفنية (Technical Indicators) والبيانات المالية السنوية (Annual Financial Statements) والبيانات الخارجية (External Data) بالإضافة إلى دمج بيانات لغوية (غير رقمية) كالأخبار، يمكن أن يحسن النماذج التنبؤية قصيرة الأجل (Short-Term Predictive Models) في أسواق الأسهم.

(Mavillonio et al, 2026)

ثالثًا: التكيف (adaptation)

يمكن إعادة تدريب الشبكة العصبية الاصطناعية (ANN) عند توفر بيانات جديدة، فإذا تغيرت سلوكيات السوق بعد حدث اقتصادي أو إفصاح مالي سنوي، يمكن للنموذج تعديل أوزانه (Weights) لتعكس البيانات الأحدث.

غير أن التكيف لا يعني أن الشبكة تفهم أسباب التغير، فهي تتعلم الارتباط الإحصائي (Statistical correlation)، وليس السببية (Causality)، لذلك يجب مراجعة النموذج دوريًا من قبل محلل مالي بشري.

المطلب الثالث: تحديات الشبكات العصبية في تحليل السوق المالي

تواجه الشبكات العصبية الاصطناعية (Artificial Neural Networks – ANNs) تحديات جوهرية في التطبيق المالي، نذكر أهمها:

1. **الإفراط في التكيف (Overfitting):** تعلم النموذج تفاصيل بيانات التدريب (Training Data) بدل الأنماط العامة (General Patterns)، فيضعف أداؤه على بيانات الاختبار، يعني أن الشبكة قد تحفظ خصائص خاصة بعينة التدريب بدل تعلم نمط قابل للتعميم.

2. **تسرب البيانات (Data Leakage):** يحدث التسرب عندما تصل إلى التدريب معلومة لم تكن متاحة عند لحظة التنبؤ، من أمثلته استخدام قيمة منشورة بعد وقت القرار، قد ينتج عنه أداء يبدو ممتازًا لكنه غير قابل لإعادة الإنتاج في الزمن الحقيقي، فتسرب البيانات يعني أنَّ الكمبيوتر يحل الواجب وهو ينظر إلى الإجابات النموذجية (معلومات من المستقبل)، فيظن الأستاذ أنه عبقري، وعندما يدخل الامتحان الحقيقي بدون ورقة الإجابات .....

3. **عدم كفاية البيانات (Insufficient Data):** قد لا تكفي بيانات قليلة لبناء نموذج موثوق، خصوصًا عند وجود عدد كبير من المتغيرات.

4. **تغير نظام السوق وعدم الاستقرار (Market system changes and instability):** العلاقات التي تعلمها النموذج قد تتغير بعد أزمة مالية أو تغير في السياسة النقدية أو سلوك المستثمرين، أو قواعد التداول قد يغير توزيع المتغيرات ...، **فما** يتعلمه النموذج في فترة قد لا يبقى صالحًا في فترة أخرى.

5. **صعوبة التفسير (Difficulty of interpretation):** يصعب أحيانًا تفسير سبب إنتاج الشبكة لتنبؤ معين، بسبب تعدد الأوزان (Weights) والطبقات (Layers)، فيصعب شرح لماذا أنتج نموذج عميق تنبؤًا معينًا، هذا لا يجعل النموذج عديم القيمة لكن لابد من التدخل البشري للتأكد من النتيجة ومحاولة تفسيرها.

6. **مخاطر الأخبار والمعلومات المضللة (Misinformation Risks):** قد تتأثر النماذج التي تعتمد على النصوص بجودة الأخبار ودقتها.

المبحث الثاني: أنواع مدخلات الشبكات العصبية في تحليل السوق المالي (Neural network inputs)

لا يمكن بناء نموذج جيد دون بيانات مناسبة، يوضح هذا المبحث أنواع البيانات التي يمكن إدخالها إلى الشبكة العصبية الاصطناعية من أجل تحليل السوق المالي، ومصادرها الرسمية وموقعها التحليلي.

المطلب الأول: البيانات السعرية (Price data) ومصادرها

البيانات السعرية هي التسجيلات الرقمية لحركة سعر السهم في فترات زمنية محددة مثل اليوم أو الأسبوع، وتشكل المدخل الأساسي في معظم نماذج التنبؤ قصير الأجل.

تشمل التسجيلات عادةً: سعر الافتتاح (Opening Price)، وسعر الإغلاق (Closing Price) وأعلى سعر (High Price) وأدنى سعر (Low Price)، وحجم التداول (Trading Volume).

يمكن الحصول على البيانات السعرية من: البورصة أو الجهة المنظمة عندما تنشر سجل التداول أو بياناتها الرسمية، مزودي البيانات التجارية أو الأكاديمية، قواعد بيانات بحثية تاريخية، واجهات برمجة التطبيقات التي تعيد ملفات CSV أو JSON، مع حفظ تاريخ التنزيل وإصدار الاستعلام.

تمكّن هذه البيانات النموذج: من تعلم الاتجاهات (Trends)، والتقلبات (Volatility)، والعلاقة بين السعر والحجم ...

مثال 03:

لنفترض السلسلة الآتية لسهم تعليمي:

اليوم	الإغلاق	الحجم
1	100.00	1200
2	101.50	1500
3	100.50	1800
4	102.00	1600
5	103.00	2100

العائد البسيط لليوم الثالث هو:

$$r_3 = \frac{100.50 - 101.50}{101.50} = -0.00985 \approx -0.985\%$$

يمكن استخدام عوائد الأيام 2–4 للتنبؤ بعائد اليوم 5، بشرط ألا يدخل إغلاق اليوم 5 في أي عملية تقييس أو اختيار خصائص قبل اختبار النموذج.

المطلب الثاني: المؤشرات الفنية (Technical indicators) ومصادرها

المؤشرات الفنية هي مقاييس حسابية مشتقة تحسب من بيانات السعر و/أو حجم التداول (Trading Volume)، وتستخدم لوصف الزخم (Momentum) والاتجاه (Trend) والتشبع الشرائي أو البيعي (Overbought/Oversold Conditions).

تمكّن هذه المؤشرات: من تحويل البيانات الخام إلى مؤشرات أكثر وضوحًا حيث تقوم بتلخيص عدة مشاهدات في خصائص أقل عددًا، وتفيد النموذج من اختبار فرضية محددة مثل: قوة الاتجاه أو مستوى التشبع.

نأخذ مثال حول مؤشر التذبذب وفيما يفيد الشبكة العصبية في عملية تحليل السوق المالي.

مثال 04:

حساب مؤشر التذبذب ATR:

ATR = Average (True Range)
True Range = max (High-Low, |High-Close_prev|, |Low-Close_prev|)

يفيد الشبكة:

1) يعلّم الشبكة مقدار التقلب
2) مهم في الأزمات وارتفاع التقلبات
3) يساعد في توقع الحركات الحادة

معنى عمل المؤشر:

- **High – Low**

الفرق بين أعلى سعر وأقل سعر في نفس الشمعة، هذا هو المدى داخل نفس اليوم

- **|High – Close_prev|**

الفارق بين أعلى سعر اليوم وسعر إغلاق اليوم السابق، ونحتاجه ما إذا كان **(Upward gap)** فجوة صاعدة (يعني أن السوق فتح أعلى بكثير من أمس).

- **|Low – Close_prev|**

الفارق بين أقل سعر اليوم وسعر إغلاق اليوم السابق، يفيد فيما إذا كان **(Downside gap)** فجوة نازلة (يعني أن السوق فتح أقل بكثير من أمس).

فإن أقل أو أعلى سعر اليوم بالنسبة لإغلاق الأمس يعكس الحركة الحقيقية.

بعدها نأخذ أكبر قيمة من هذه الثلاث قيم لأن مؤشـــر True Range يريد قياس أكبر حركة ممكنة أثّرت على السوق بين الأمس واليوم.

هناك 3 أنواع من الحركة:

1) **إذا كانت (High – Low) أعلى فالحركة داخلية (داخل الشمعة).**
2) **إذا كانت (|High – Close_prev|) أعلى فهناك فجوة صاعدة.**
3) **إذا كانت (|Low – Close_prev|) أعلى فهناك فجوة نازلة.**

مثال 05:

نفترض:

$$\mathbf{High} = 105 \quad - \quad \mathbf{Low} = 100 \quad - \quad \mathbf{Close_prev} = 98$$

نحسب القيم الثلاثة:

$$\mathbf{High - Low} = 105 - 100 = 5$$
$$|\mathbf{High - Close_prev}| = |105 - 98| = 7$$
$$|\mathbf{Low - Close_prev}| = |100 - 98| = 2$$
$$\mathbf{TR = max\ (5, 7, 2) = 7}$$

السوق عمل فجوة صاعدة من 98 إلى 105، وهي تمثل مصدر التذبذب الحاصل في السوق.

المطلب الثالث: البيانات المشتقة (Derived data) ومصادرها

البيانات المشـتقة هي متغيرات تُحسـب من البيانات الأصـلية لإبراز معلومة اقتصـادية أو مالية محددة، ينشئها الباحث بتحويل بيانات أولية أو دمجها.

من أهم أنواعها: العـائـد اليومي (Daily Return)، والتقلـب التـاريخي (Historical Volatility) ومؤشـرات السـيولة (Liquidity Ratios)، ونسـب الربحية (Profitability Ratios)، ونسـب الرافعة المالية (Leverage Ratios).

تقلل البيانات المشـتقة أحيانًا اعتماد النموذج على مسـتوى السـعر الخام، وتتيح مقارنة أسـهم ذات أسعار اسمية مختلفة كما تسمح ببناء هدف واضح.

مصدرها الأولي هو جدول الأسعار والحجم، وقد تحتاج إلى بيانات الإفصاح أو مؤشرات سوقية للمقارنة، لا يعد المتغير المشتق موثقًا بمجرد ذكر اسمه، يجب ذكر الصيغة، وطول النافذة، ونقطة القطع الزمنية، وطريقة معالجة القيم المفقودة.

مثال 06:

إذا كان سعر الإغلاق اليوم 110 وسعر الإغلاق بالأمس 100، فإن العائد اليومي (Daily Return):

$$\boldsymbol{Return = \frac{110 - 100}{100} \times 100 = 10\%}$$

المطلب الرابع: البيانات الخارجية (External Data) ومصادرها

البيانات الخارجية هي معلومات لا تنبع مباشرة من السوق المالي، إنما تُحَصَّلُ من مصادر أخرى خارجه، مثل الأخبار، لكنها قد تؤثر في مستوى السعر واتجاهه، حيث تضيف سياقًا مهما للنموذج، خصوصًا في التنبؤ قصير الأجل.

من أهم أنواعها: بيانات القوائم المالية للشركات، مؤشرات النشاط الاقتصادي مثل معدل التضخم والبطالة وغيرهما، مؤشرات القطاعية، الأخبار ومؤشرات المشاعر النصية، الأحداث السياسية والاقتصادية مثل الأزمات والحروب، والأخبار الاجتماعية.

يمكن الحصول على البيانات الخارجية الاقتصادية من: المصادر الوطنية (المحلية): كالمكاتب الوطنية للإحصاء، والوزارات والهيئات الحكومية، و البنوك المركزية التي تصدر تقارير دورية تتضمن إحصاءات النقود والائتمان وأسعار الصرف، وميزان المدفوعات والاحتياطيات الدولية، **والمنظمات والمؤسسات الدولية:** كالبنك الدولي الذي يوفر قواعد بيانات شاملة عن مؤشرات التنمية العالمية (WDI) وصندوق النقد الدولي الذي يصدر إحصاءات المالية العامة، وميزان المدفوعات، وآفاق الاقتصاد العالمي، **والمنظمات الإقليمية:** كالاتحاد الأوروبي، وصندوق

النقد العربي و منظمة التعاون الاقتصادي والتنمية :(OECD) وغيرها من المنظمات الدولية والإقليمية.

أما البيانات النصية كالأخبار الحكومية والسياسية: يمكن الحصول عليها من مواقع وإصدارات الجهات الرسمية، ووكالات أنباء، وقواعد بيانات حكومية، والتصريحات المباشرة الصادرة عن المسؤولين الحكوميين أو المكاتب الإعلامية للجهات الرسمية، والمنظمات الدولية كالفروع التابعة للأمم المتحدة، إضافة إلى تصريحات المسؤولين والقادة السياسيين والمندوبين والمراسلين الصحفيين المتخصصين في تغطية الأحداث السياسية والاجتماعات الرسمية.

كما يمكن الحصول على البيانات الخارجية الاجتماعية من: الأخبار والبيانات الاجتماعية المتداولة بين أفراد المجتمع في **وسائل التواصل الاجتماعي والمنصات الرقمية:** التي تشمل منصات التواصل الاجتماعي **(Social media platforms)** وتعد اليوم من أكثر المصادر انتشاراً لتناقل الأخبار اليومية الاجتماعية بين الأفراد، **ووكالات الأنباء ووسائل الإعلام التقليدية:** التي تشمل الصحف، والقنوات التلفزيونية، والإذاعات وغيرها، **والمسح الميداني والاستبيانات والبحوث الاجتماعية:** التي تُجرى من قبل مراكز الأبحاث والجامعات لجمع بيانات دقيقة ومعتمدة حول ظواهر معينة داخل المجتمع.