تطبيقات النانوسيكولوجي في مجال دراسة اضطراب التوحد لدى الأطفال

Applications of nanoscience in the study of autism in children

أ.د/ خالد النجار

أستاذ علم النفس – كلية التربية للطفولة المبكرة

جامعة القاهرة

تاريخ الاستلام: 18- 8-2024م

تاريخ قبول النشر: 25-8-2024م

تطبيقات النانوسيكولوجي في مجال دراسة اضطراب التوحد لدى الأطفال

أ.د/ خالد النجار

مقدمة:

أن يكون العالم كله بلداً واحداً تقوم فيه حضارة عالمية، هو حلم جميل، ولكن تطبيق هذا الحلم بالقهر وسحق ثقافات وحريات الشعوب، يُحوّله لكابوس من الأفضل للعالم ألا يتحقق... فلتبق الحدود طالما أن وجودها يسمح لكل شعب بالحد الأدنى من الحرية وقدر ولو ضئيل من الهوية. إن التضحية بالحرية، يعني قبول مسخ الهويات والتسليم بالعبودية للقطب الاقوى... وهو ثمن للعولمة أكثر مما تستطيع الإنسانية أن تدفعه.

ويبدو أن التطور التكنولوجي بمعطياته المتسارعة قد سبقت خيال الكثيرين وبات الذكاء الاصطناعي وتطبيقاته والنانوسيكولوجي وارهاصاته أصبحت اشبه بمن دعوته الى دخول بيتك بكامل ارادتك الحرة فتحكم فيها وفي ادارتها، وهناك عبارة شهيرة تتردد في روايات مصاصي الدماء... حيث يقضي قانونهم ألا يدخلوا بيتاً؛ ليمتصوا دماء أصحابه إلا إذا دعاهم صاحب البيت بإرادته الكاملة، ويبقى السؤال هل بقى بيت في هذا العالم لم يدعو أصحابه تطبيقات الثورة التكنولوجية، وكأن هناك من يخبرك بكل ثقة قائلاً "لا تحلموا بعالم سعيد ... فخلف كل قيصر يموت، قيصر جديد، وخلف كل تطبيق وليد ملايين التطبيقات التي ستفرض قانونها الخاص في التحكم وإدارة الحياة في السواء والاضطراب وفي الصحة والمرض.

ونحن الآن أمام إشكالية وجودية حقيقية مؤداها.. مَن نحن؟ وماذا سنكون؟ إشكالية وجودية ليست ترفًا أوتسلية، أو مجرد تحدي لأداء واجب تتعثر

معطياته؛ فطريقة تعاملنا مع تاريخنا وأدواتنا وعدتنا المعرفية هي التي ستحدد من نحن؟ إلى أين نحن متجهون؟ وكيف سنتعامل مع الغد المجهول؟، بل وكيف سننفي عن أنفسنا صفة الجهالة، وكيف سنعمل على الاستعداد لما هو قادم.

مفهوم النانو سيكولوجي

يُشتق مفهوم النانو سيكولوجي من النانو تكنولوجي ومفهوم جزيئات النانو (الجزيئات متناهية الصغر). وتعتبر جزيئات النانو بمثابة جزيئات ميكروسكوبية ذات خصائص تركيبية وكيميائية مختلفة بالمقارنة مع نفس الجزيئات الأكبر حجماً. يعني ذلك أنه عند وقوع تفاعلات ارتباطية خلال لحظات متناهية الدقة, فإن تلك اللحظات تكون ذات خصائص وقوة غير حاضرة عند دمج تلك اللحظات معاً لتكوين صورة أكبر. (Zhang, Wang, Tan, Li, Dong, & Guo, 2022, 188)

نشأة وتطور النانو سيكولوجي

النانو سيكولوجي هو أحد فروع علم النفس الحديث "علم نفس السلوك الدقيق" والذي يعتمد جزء كبير منه على توظيف التكنولوجيا في قياس وتقويم وعلاج وإصلاح المستويات الدقيقة من السمات والقدرات بالإضافة إلى تفسير وتحليل السلوك والمثيرات والاستجابات العادية وغير العادية، حتى لو كان زمن حدوثها لا يستغرق سوى ومضة عين. بالتالي، فإن اهتمام النانو سيكولوجي يمتد ليشمل فروع علم النفس المختلفة مثل القياس النفسي وعلم النفس البيئي وعلم النفس التربوي وعلم النفس الاجتماعي بصفة عامة وبصفة خاصة يهتم بالعلاج النفسي والذكاء الاصطناعي. (Tsuchimoto, 2021, 306)

أصبح النانو سيكولوجي أمر واقع, فيكفي النظر لقواعد المعلومات لإدراك

أن النانو سيكولوجي أصبح أحد فروع الهندسة النفسية ومن المتوقع في السنوات القادمة أن يؤدي هذا العلم إلى تحول جذري في النظرة البشرية للعالم. ظهر مفهوم النانو سيكولوجي أو "علم نفس النانو" لأول مرة في عام 2008 على يد العالم Ramil Garifullina وذلك في مؤتمر دولي نظمته أكاديمية العلوم في تتارستان بكازان. يشير مفهوم النانو إلى المجال الصغير المجهري ما دون الذري.

وجاء مفهوم النانو سيكولوجي لفتح مساحة إبداعية في المجالات الاجتماعية النفسية حول التغير الإبداعي القائم على رؤى النانو المتضمنة في مجالات العلوم الطبيعية. بمعنى أن النانو سيكولوجي يستكشف العلاقات المعقدة بين الثقافات الاجتماعية والسلوك البشري مع التركيز بشكل خاص على التغير والإبداع وتأثيرات كل منها على الأبعاد المعرفية النفسية –اجتماعية للإنسان. (Bature, Pappas, Pang, & Guinn, 2021, 908)

يعمل النانو سيكولوجي على تقليص الفجوة بين أفكار الجشتالت والنظرية النفسية التحليلية ونظريات مفهوم الذات وأفكار باندورا حول علم النفس الفسيولوجي وتفسيرات نظريات الذاكرة والتعلم التي حاولت اكتشاف خبايا علم النفس بطريقة متقدمة. يبرهن ربط هذه الاتجاهات النظرية لعلم النفس مع التكنولوجيا الحديثة على إمكانية إعادة تشكيل أو بناء أساس علم النفس البشري على مستوى البنية الأساسية النانونية والتحليلية. (Harini, Girigoswami, & Girigoswami, 2022, 256)

ويتفق علماء النفس المنتمون إلى مدرسة يونج أن الفوضى هي نقطة الآنطلاق في مجال التحليل النفسي النانوي. وبالمثل، فقد كان فرويد منذ أوائل القرن العشرين يطالب بضرورة كشف أسرار اللاشعور (مجال الاضطرابات والتعقيدات النفسية), وهو نفس الأساس الذي يقوم عليه النانو سيكولوجي. عندما يتحول المحلل النفسي من مفهوم علم النفس التقليدي إلى النانو

سيكولوجي، يؤدي ذلك إلى ضرورة تغيير قواعد علم النفس التقليدية حيث يتغير محور التركيز من الناحيتين الإكلينيكية والنظرية. (Prakash, Chaudhury, Chatterjee, & Srivastava, 2022, 181)

يُعرف النانو سيكولوجي بأنه العلم الذي يدرس العلاقات بين أبنية النانو والتحولات العقلية في علم الشبكات العصبية الاصطناعية التي تحفز الشبكات العصبية الطبيعية لدى الإنسان. (M'bitsi-Ibouily, Marimuthu, du Toit, Kumar, & Choonara, 2021, 84)

و يُعرف كذلك النانو سيكولوجي بأنه "العلم الذي يتناول دراسة تأثيرات تكنولوجيا النانو على مستوى الحياة النفسية وتأثيراتها على الأفراد والمجتمعات". (Mohammadi, Mahjub, Mohammadi, Derakhshandeh, Ghaleiha, & Mahboobian, 2021, 147)

خصائص النانو سيكولوجي:

حدد Harini, Girigoswami, Anand, Pallavi, Gowtham, Elboughdiri, and Girigoswami (2022, 10) الخصائص المميزة لعلم النانو سيكولوجي كما يلي:

- يمثل النانو سيكولوجي محاكاة للمرض النفس، إذ يمكن نمذجة الاضطرابات بطريقة حسابية.
- النانو سيكولوجي هو علم يهتم بالتبادل النفسي – الفسيولوجي الدقيق في شبكات المخ.
- النانو سيكولوجي هو علم خلق شبكات عصبية اصطناعية تحاكي الشبكات الطبيعية.
- يسمح النانو سيكولوجي بتكامل الهياكل النانونية الاصطلاحية مع أنظمة البصر والإدراك.
- النانو سيكولوجي يهتم بدراسة العلاقة بين العمليات العقلية (مثل

التفكير) وعمليات النانو المؤثرة على العمليات العقلية.

عوامل تطور النانو سيكولوجي:

صنف Rehman, Nabi, Javed, Khan, Iqubal, Ansari and Ali (2022, 1409) العوامل المساهمة في نمو وتطور النانو سيكولوجي إلى:

1- النانو سيكولوجي تقنية حديثة في مجال علم النفس من المتوقع انتشارها في المستقبل القريب وعلى الرغم من ارتفاع تكلفتها، من المتوقع أن تحقق عوائد اقتصادية كبيرة مستقبلاً.
2- تكامل علم النانو الحديث مع علم النفس التقليدي في التوجه نحو بناء تطبيقات عملية.
3- البحث والتطوير في مجال النانو سيكولوجي سيؤدي إلى تغيير الكثير من الممارسات والأساليب التقليدية في مجال علم النفس.

أهمية دراسة النانو سيكولوجي:

في مجال النانو سيكولوجي، سوف يتطور علم النفس في ظروف جديدة نوعيًا، لأنه سيتم ربط شيء ما بكل من الخلايا العصبية برقائق أو جسيمات تكنولوجية متناهية الدقة. سيشارك كل جسيم نانوي في نوع من التفاعلات التي يمكن توجيهها والتحكم فيها بواسطة أنظمة النانو. سيتم نقل إشارات الدماغ مباشرة عبر الشبكات الإلكترونية، وستتم قراءة الأفكار. ومن خلال زرع جسيمات النانو في الدماغ، يمكن أن يحدث وميض من وقت لآخر كدليل على أسلوب معين في التفكير، وما إلى ذلك. (Kumar, Chhikara, Gulia, & Chhillar, 2021, 299)

أوضح Rajendran, Menon, and Nair (2022, 490) أن

النانو سيكولوجي يمكن أن يقدم طفرة في البيئة النفسية من خلال:

1) اكتشاف القدرات العقلية وتحديد مستويات الذكاء وبعض السمات الشخصية من خلال إرسال بعض الرقائق الدقيقة في الدم والتي يمكنها أن تصل إلى مراكز تلك القدرات في الجسم البشري.
2) تحسين وعلاج بعض القدرات والأمراض العقلية ذات الأساس الوراثي.
3) تحديد الخطوات المتتابعة التي تكشف النقاب عن العمليات النفسية والعقلية المختلفة وأنواع التفكير من خلال إرسال الكبسولات الدقيقة المصممة بناء على النانو سيكولوجي إلى مواقع محددة بالمخ.
4) تحديد احتمالات خطورة بعض الأمراض النفسية أو الاضطرابات أو المتلازمات مثل الاكتئاب والفصام والتوحد وحتى الميول السلوكية العدوانية.
5) تفسير بعض الأعراض النفسية جسمية من خلال تحديد أهم المواقع أو الجينات المسئولة عنها في الجسم البشري.
6) تحديد اللحظات الحيوية في عمر الإنسان الملائمة لحدوث التفاعلات الإيجابية بين الأم والطفل والأطفال وبعضهم البعض من خلال مقاطع خاصة مصممة بتقنية النانو تحدد المعلومات الخاصة بالسلوك البشري.

أشار Schneider-Futschik, and Reyes-Ortega (2021, 1157) إلى أن النانو سيكولوجي يمكن أن يقدم أساس مفيد لفهم المرونة والتغيرات التي تميز السلوك الإنساني بطريقة تعجز عنها العلوم العصبية–المعرفية التقليدية. أيضاً، من الممكن أن يكون النانو سيكولوجي مفيداً في فتح المجال أمام برامج التدخل التي تجدها العلوم التقليدية غير ممكنة بفضل المرونة التي يمكن أن تقدمها دراسات النانو سيكولوجي في زيادة القدرة على التنظيم وتعزيز كثافة التدخل وسرعته من أجل تحقيق نتائج سريعة وعالية الدقة.

على الرغم من ذلك، فإن إمكانيات الذكاء الاصطناعي التي يتسم بها النانو سيكولوجي والتي تفوق الذكاء البشري تحتم على الأخصائي النفسي مراعاة الفروق بين الإنسان والآلة وعدم تغليب الذكاء على العاطفة والاهتمام بالجوانب التحليلية المتضمنة في مجال النانو سيكولوجي. (Wang, Liang, Wu, Li, & Liu, 2021, 312)

يفتح مجال النانو سيكولوجي آفاق جديدة في مجالات علم النفس والطب النفسي وعلم الأعصاب ونمذجة الأنظمة المعقدة مثل الجهاز العصبي المركزي. وتتعدد المزايا التي يقدمها النانو سيكولوجي سواء في مجالات التشخيص أو دعم العلاجات النفسية من خلال توجيهها إلى مواقع معينة من الجسم والحد من التأثيرات الجانبية لهذه العلاجات. (Muheem, Jahangir, Jaiswal, Jafar, Ahmad, Ahmad, & Warsi, 2021, 263)

وبصفته أحد العلوم الحديثة، يحاول النانو سيكولوجي توظيف التكنولوجيا الحديثة للنانو في علاج الاضطرابات النفسية. ويتوقع الكثيرون في المستقبل القريب أن يتم التوسع في هذا المجال لتقديم برامج تدخل نفسي بديلة للتطبيقات العلاجية التقليدية لتخفيف الأعراض والعلامات المصاحبة لتلك الإضطرابات. (Lawal, Olojede, Sulaiman, Aladeyelu, Moodley, Naidu, & Azu, 2022, 569)

آلية عمل النانو سيكولوجي:

تشبه آلية عمل الأنظمة والتطبيقات القائمة على تقنية النانو سيكولوجي تحويل الفرد إلى ما يشبه العنكبوت بشبكة الآنترنت، حيث سيتم ربط النظام القائم على النانو بكل من الخلايا العصبية والجينات. سيشارك كل جسيم من جسيمات النانو في نوع من التفاعلات المعروفة القابلة للتحكم بها بواسطة هذه الأنظمة. على هذا النحو، سوف يتم نقل إشارات الدماغ مباشرة عبر

الشبكات الإلكترونية، وقراءة الأفكار. وسوف يؤدي التصويب والتصحيح العقلي الذي يقدمه النانو سيكولوجي إلى تطوير عادة التفكير الواعي. وسوف تساعد تقنية النانو سيكولوجي على تعديل أبعاد الشخصية ودعم الفرد في أداء أدواره الاجتماعية المختلفة. (Mohammadipour, & Abudayyak, 2022, 35)

من المتوقع أن الدقة والإتقان التي يحملها النانو سيكولوجي سوف تؤدي إلى طفرة كبيرة في مجال العلاج النفسي نتيجة لحقيقة أن أنظمة النانو يمكنها دخول الجسم والدماغ وإصلاح أي جوانب تلف فيها، كما تستطيع المساعدة في تصحيح العيوب الوراثية التي تسهم في العديد من الاضطرابات النفسية. بل يرى البعض أن استخدام تقنية النانو سيكولوجي يمكن أن تزيد من مستويات الذكاء. (Satapathy, Yen, Jan, Tang, Wang, Taliyan, & Yang, 2021, 1183)

تتضمن الأمثلة التطبيقية للنانو سيكولوجي في مجال علم النفس ما يلي (Zhang, Mehta, Tong, Esser, & Voelcker, 2021, 25):

1) تطوير أجهزة استشعار حيوية قائمة على جسيمات النانو للمساعدة في تشخيص الاضطرابات النفسية.
2) تطوير ناقلات قائمة على النانو لنقل أدوية العلاج النفسي إلى أماكن معينة بالجسم.
3) روبوتات النانو لتعديل المؤشرات العصبية الفسيولوجية المسؤولة عن العديد من الاضطرابات كالصرع والاكتئاب والتوتر.

تطبيقات النانو سيكولوجي في مجال دراسة اضطراب التوحد:

يتزايد الاعتماد على النانو سيكولوجي كبناء قوي لفهم وتعديل العديد من جوانب القصور لدى الطفل التوحدي والتي تعجز عنها استراتيجيات القياس والتدخل العصبي المعرفي التقليدية. أيضاً، يمكن أن يقدم النانو سيكولوجي

أساس تنطلق منه برامج التدخل المبكر مع التوحديين وذوي الإعاقات النمائية الأخرى بشكل غير تقليدي بسبب المرونة والدقة التي تتسم بها تقنية النانو سيكولوجي على مستوى البيانات متناهية الصغر والتي يمكن أن تسهم في تحسين قدرات مثل تنظيم الذات وتغييرات سلوكية واجتماعية بسرعة كبيرة ونتائج مذهلة. (Saleh, Hanapiah, & Hashim, 2021, 580)

اكتسب النانو سيكولوجي اهتمام العديد من مجالات تشخيص وعلاج الاضطرابات العصبية والنفسية. ونتيجة للنمو السريع في البرامج والتقنيات المبنية على النانو سيكولوجي، فقد استخدمه الباحثون في تعزيز نتائج التحليل والعلاج لاضطرابات الطفولة المبكرة، واكتشفوا جانبًا مثيرًا للاهتمام في هذه التكنولوجيا. ونتيجة لذلك، زادت فعالية توظيف النانو سيكولوجي كنموذج مستحدث في تشخيص وعلاج التوحد والاضطرابات المشابهة بين الأطفال. على سبيل المثال، يتم دمج تقنية النانو في عدد كبير من أدوات ووسائل تشخيص التوحد بشكل دقيق. (Kumm,Viljoen, & de Vries, 2022, 3)

قام كل من Bonilla, Esteruelas, Ettcheto, Espina, García, Camins and Sánchez- López (2022, 7) بإيضاح مدى قدرة النانو سيكولوجي على استكشاف كل ما هو خفي وغير منظور في مجال علم النفس وقدرته على تشكيل السلوك والتفكير والمشاعر وصنع القرار, أي ما يعني إحداث تغيير. وتتضمن الأبنية الفرعية داخل مستوى النانو كل من:

1) مفهوم النانو إدراك Nano-Cognition:

حيث يمكن فهم وتفسير مسألة "الحدس" التي افترض علماء النفس أنها تستند إلى تسجيل التفاصيل الدقيقة للأحداث الواردة من المعلومات الحسية التي لا يمكن صياغتها في محتوى لفظي. وبالتالي, سينتقل الحدس من

المعرفة المجهولة الى المعرفة الضمنية والصريحة, أو ما يُعرف باسم النانو إدراك (Hou, Zaks, Langer, & Dong, 2021, 1078).

2) مفهوم النانو تفاعل وتواصل Nano- Interactions:

ويشمل:

- مفاهيم الذكاء الوجداني: حيث أدى تطوير مفاهيم الذكاء الوجداني والذكاء الآنفعالي على يد Goleman (2006) إلى حدوث العديد من المستويات التحويلية للسلوك مثل الوعي الذاتي (كالشعور بالألم) والوعي الاجتماعي (التعاطف والإحساس بمشاعر الآخرين) والسلوك الإبداعي.
- السلوك غير اللفظي Non-Verbal Behavior: حيث يعتبر السلوك غير اللفظي من بين اهتمامات النانو سيكولوجي نظراً لكونه مصدر للمعلومات التي لا يمكن حصرها بسهولة، بل تعتمد على الشعور نحو البيانات ذات الأهمية بالنسبة للإنسان أو المعلومات النفسية–اجتماعية–وجدانية التي تساعد الإنسان على التأقلم سريعاً (بفاعلية وكفاءة) مع المواقف الاجتماعية التي نتعرض لها. تتدفق هذه الديناميكية (السلوك غير اللفظي) على مستوى النانو في صورة تقديم الدعم والمساندة والحب والتضامن ويُطلق عليها اسم تفاعل النانو Nano-Interaction. (Wang, Wang, Zhou, Bai, Zhang, Ai, & Zhang, 2022, 25)
- اللاشعور Unconsciousness: حيث يُستخدم اللاشعور لوصف المثيرات التي تتدفق داخل الأفكار أو السلوكيات الواعية كالحاجات والدوافع والأهداف والنزعات، وهي المفاهيم النفسية التي عالجها كل من يونج وفرويد. ويمكن أن يُطلق على هذا التدفق للوعي على مستوى

النانو باسم الذوات النانوية أو Nano-Selves. (Sartaj, Qamar, & Alhakamy, Baboota, & Ali, 2022, 250).

يمكن أيضًا تصنيف مجالات النانو سيكولوجي وفقاً لـ Persano, Batasheva, Fakhrullina, Gigli, Leporatti, and Fakhrullin (2021, 57) إلى:

1) المجال الذي يتناول العمليات العقلية التي تحددها البنى النانوية الطبيعية للدماغ، والجهاز العصبي، والجهاز العصبي الهرموني. ينقسم هذا المجال بدوره إلى العديد من المجالات الفرعية التي تتناول كل من:

أ- العمليات العقلية المرتبطة بالعمليات الطبيعية في الأبنية النانوية (اللاإرادية).

ب- العمليات العقلية المرتبطة بالعمليات الاصطناعية في الأبنية النانوية.

2) المجال الذي يتناول العمليات العقلية التي تحددها أبنية النانو الاصطناعية وكذلك الأبنية الارادية واللاإرادية في المخ والجهاز العصبي.

3) المجال الذي يتناول العمليات العقلية التي يحددها تأثير الآنظمة (الأجهزة، أو الشرائح أو شرائح النانو أو المحولات الدقيقة وغيرها.

سوف تكون هذه الآنظمة إما متضمنة في المخ أو النظام العصبي المركزي ويمكن التأثير عليها من الخارج. بالإضافة لذلك يعتبر الإبداع النانوي (Nano-Creation) أحد المجالات الفرعية للنانو سيكولوجي، الذي يهدف إلى فحص الطريقة التي يتم بها إبداع النانو وكيفية تأثيرها على حياة الفرد. (Xu, Li, & Liu, 2022, 14).

كما يمكن توظيف تطبيقات النانو سيكولوجي في جوانب تشكيل وتغيير السلوك والتفكير والمشاعر وصنع القرار. وفي مجال التوحد والإعاقات

النمائية الأخرى، يمكن استخدام النانو سيكولوجي وفقاً لـ Kollias, Syriopoulou-Delli, Sarigiannidis, and Fragulis (2021, 82) فيما يلي:

1- مساعدة المتخصصين على تسجيل التفاصيل الدقيقة لسلوكيات الأطفال التوحديين من خلال المعلومات الحسية والتي لا يمكن رصدها من خلالها السلوك اللفظي لهؤلاء الأطفال. مثلاً، توضح الأجهزة القائمة على تكنولوجيا النانو مشاعر الخوف لدى الطفل التوحدي من خلال "رصد ارتفاع بعد الشعر في خلف الرأس" بدون أن ينطق الطفل ويعبر عن خوفه, وهي العملية التي تُعرف باسم إدراك النانو أو Nano-cognition.

2- يعتبر السلوك غير اللفظي Non-Verbal Behavior (NVB) أحد المعلومات التي يعاني الطفل التوحدي من قصور فيها, ويعمل استخدام النانو سيكولوجي على تحويل أحاسيس الطفل إلى بيانات ملموسة تساعد الأخصائي على التعديل السريع للموقف أو البيئة الاجتماعية (بطريقة فعالة وملائمة), بما يواكب بيانات السلوك غير اللفظي للطفل. ويُعرف هذا التدفق الديناميكي على مستوى النانو وتقديم الدعم والمساعدة والحب والتواصل للطفل باسم تفاعل النانو Nano-Interaction.

3- يمكن توظيف النانو سيكولوجي في دعم الذكاء الوجداني (EI) والذكاء الاجتماعي (SI) وفقاً لـ Goleman (2006) لدى الأطفال التوحديين، وبخاصةً في تحسين جوانب الوعي الذاتي والوعي الاجتماعي (التعاطف والإحساس بعواطف الآخرين).

ويمكن استخدام تقنية النانو سيكولوجي في مجالين أساسيين بالنسبة

لطفل التوحد، وهما:

أولاً: استخدام النانو سيكولوجي في تشخيص التوحد:

يعد اضطراب التوحد أحد الاضطرابات العصبية ذات النتائج الاجتماعية الخطيرة على حياة الفرد. يواجه الطفل ذو اضطراب التوحد العديد من التحديات الاجتماعية والسلوكية التي تؤثر على تفاعلاته المجتمعية وقدراته على التواصل، بالإضافة إلى إظهار اهتمامات مقيدة وسلوكيات تكرارية. على الرغم من أن اضطراب طيف التوحد تم اكتشافه منذ أوائل الستينيات، إلا أن المسببات الفعلية لا تزال غير مؤكدة.

ويعتبر الكشف المبكر هو الأساس لوضع خطة علاجية مناسبة وشاملة ومتقدمة. يتم تشخيص أعراض التوحد بشكل مبدئي ثم يتبعه إجراء فحوصات سلوكية مطولة تحت إشراف فريق متعدد التخصصات. بالإضافة إلى ذلك، وبسبب عدم وجود سبب محدد للتوحد، فإن التشخيص المبني على الأعراض يؤدي في كثير من الأحيان إلى علاج غير فعال. إن أوجه القصور في الأساليب الإكلينيكية الحالية، فضلا عن عدم فهم الآليات العصبية الكامنة وراء اضطراب طيف التوحد، تستلزم تطوير مؤشرات حيوية جديدة وتقنيات مستحدثة لمساعدة الأطباء وعلماء الأعصاب على فهم أفضل لكيفية اختلاف دماغ طيف التوحد عن الدماغ الطبيعي، وهو ما جاءت به تقنيات النانو وخصوصاً النسخة الحديثة منها في مجال علم النفس والطب النفسي (النانو سيكولوجي). (Van Grunsven, & Roeser, 2022, 97)

يعتمد تقييم التوحد الطفولي على وجود عيوب في ثلاثة جوانب رئيسية، وهي: التواصل والتفاعلات الاجتماعية، والاهتمامات والآنشطة المحدودة، والسلوكيات النمطية. تتفاوت عملية تشخيص التوحد من حيث

المعايير المستخدمة والإطار الزمني اللازم لإتمام عملية التقييم، وهو ما يمكن أن يجعل الأسر تنتظر حتى 13 شهر ما بين عملية الاكتشاف الأولي والتشخيص النهائي للتوحد. وينتج عن هذا التأخر تأجيل في فرصة تقديم العلاج والتدخل المبكر لهؤلاء الأطفال وكذلك تأخر إمكانية حدوث التأثيرات الإيجابية في نمو الطفل. أيضاً، فإن تشخيص شدة حالة التوحد يمكن أن يتفاوت بين مقدمي التشخيص الرسمي. (Hosseinzadeh, Koohpayehzadeh, Bali, Rad, Souri, Mazaherinezhad, & Bohlouli, 2021, 25)

لمواجهة هذه المشكلة والإسراع من وزيادة دقة تشخيص التوحد، تم الاعتماد حديثاً على دمج تكنولوجيا النانو في مجال التشخيص وهو ما يفيد ليس فقط في تطوير وسائل تشخيص سريعة وذكية، ولكن أيضاً تقديم تصنيف ما قبل تشخيصي دقيق مع تحسين كفاءة وسهولة التشخيص. يمكن توظيف النانو سيكولوجي في تطوير نموذج تصنيفي يستنبط أعراض التوحد بالاعتماد على بيانات الحالة الوراثية والوظائف المخية الفسيولوجية. وسيكون هذا النموذج التشخيصي القائم على النانو سيكولوجي قوياً خصوصاً مع التحديث المستمر للبيانات المُدخلة، حيث تعتمد هذه الطريقة على تقديم لوغاريتمات شبكية عصبية أثبتت فاعلية مع العديد من الاضطرابات النمائية والعصبية المشابهة للتوحد. (Dahiya, McDonnell, DeLucia, & Scarpa, 2020, 150)

في الآونة الأخيرة، أتاح التقدم في تقنيات النانو سيكولوجي قياس التغيرات الوظيفية والهيكلية المرتبطة باضطراب التوحد في الدماغ من خلال إرسال رقائق دقيقة إلى الدماغ بالاعتماد على تقنية النانو وتسجيل التغيرات والفروق عن النمط الطبيعي. وفقًا للدراسات الحديثة مثل Briot, Pizano, Bouvard, and Amestoy (2023, 56), فإن التحقق من ارتباط أسباب

التوحد بخلل في الوصلات العصبية في الدماغ جعل استخدام النانو في تشخيص التوحد أمر بالغ الأهمية. فالأطفال ذوي اضطراب التوحد يعانون من ضعف الاتصال أو في بعض الأحيان الأخرى فرط الاتصال بين مناطق معينة من الدماغ، وهو ما يفسر لماذا يمكن تعويض افتقارهم إلى التعاطف والوظيفة الاجتماعية بأداء استثنائي في أنشطة أخرى. يفتح استخدام النانو في متابعة الأعصاب وخلايا المخ إمكانية تحليل ميزات الاتصال تلك في خريطة الدماغ، والتي قد تصبح علامة حيوية للتمييز بين الذين يعانون من اضطراب التوحد وأقرانهم العاديين. اكتسب تحليل الاتصال الوظيفي باستخدام تقنية النانو شهرة كبيرة في السنوات الأخيرة لأنه تقنية بسيطة وفعالة لاستكشاف الروابط الجوهرية بين الخلايا العصبية في الدماغ، والتي يمكن أن تعجز الأدوات الحسابية والإحصائية التقليدية عن اكتشاف أنماط العلامات الحيوية الصغيرة وتصنيفها بالمقارنة شرائح النانو. (Wilson, Vangala, Elashoff, Safari, & Smith, 2021, 160)

في الدراسة التي أجراها Dubey, Bishain, Dasgupta, Bhavnani, Belmonte, Gliga, and Chakrabarti (2024), تم استخدم تقنية النانو للتعرف على مدى سرعتها ودقتها في تشخيص اضطراب التوحد بالمقارنة مع المقابلة التشخيصية للتوحد ADOS, حيث وصلت النتائج التشخيصية باستخدام رقائق النانو دقة تشخيص بلغت 98.81% من الدقة بالإضافة إلى خفض مدة التشخيص بالمقارنة مع استخدام المقابلة التشخيصية للتوحد. وبناء على ذلك، استخلص الباحثون أن توظيف تقنية النانو يحافظ على الدقة التشخيصية للتوحد مع خفض زمن عملية التشخيص.

في دراسة أخرى، فحص Dias, and Walsh (2020) القوة التشخيصية لتقنية النانو لحالات التوحد الطفولي، حيث أظهرت تقنية النانو قدرة

فائقة على تشخيص ورصد أعراض التوحد بخاصةً تلك المرتبطة بالجوانب العصبية, كما وصلت معدلات الدقة إلى قرابة وصلت إلى 97.8٪.

على الرغم من جميع التحديات في استخدام النانو سيكولوجي في مجال التوحد، تظل عملية التشخيص من الجوانب الأساسية التي أثبت النانو سيكولوجي كفاءة فيها بخاصةً في سن مبكر، لكن الأعراض يمكن أن تكون محيرة ويصعب اكتشافها. ويأمل البعض أن تساعد تقنية النانو في زيادة التوسع والآنتشار في مجال تشخيص وعلاج التوحد لما أظهرته من كفاءة في المجالات التالية:

1) معلومات السلوك Behavior Information: تعتبر أدوات التشخيص القائمة على النانو من الوسائل الفعالة في تقديم معلومات سلوكية عن طفل التوحد كبديل للأساليب التقليدية المتمثلة في الدراسات الاستقصائية واستطلاعات الرأي الموجهة للآباء والتي تصف كيفي تصرف الطفل بانتظام. (Parsons, Yuill, Good, & Brosnan, 2021, 204)

2) تحليل البيانات Data Analysis: تقدم الأدوات المدمجة في تقنية النانو سيكولوجية فرصة تحليل البيانات المجمعة ومقارنتها مع البيانات التي يقدمها الآباء حول سلوكيات الطفل التوحدي, وبالتالي, فهو يركز على توضيح الأعراض المثيرة للقلق والتي لا تتماشى مع النمو العصبي والنفسي الطبيعي لطفل التوحد. (Simacek, Elmquist, Dimian, & Reichle, 2021, 17)

3) خيارات الرعاية Care Options: يمكن من خلال تحليلات النانو سيكولوجي تحديد أفضل أنواع التدخل العلاجي للطفل ذو التوحد. يمكن أن تشكل هذه التوصيات الأساس لخطة الرعاية التي يعتمد عليها المتخصصون. (Vargason, Grivas, Hollowood-Jones, & Hahn, 2022, 3).

مزايا استخدام النانو سيكولوجي في تشخيص التوحد:

1- الكشف المبكر عن التوحد باستخدام النانو سيكولوجي والتصوير بالرنين المغناطيسي DT-MRI

يمكن أن يعمل استخدام الذكاء الاصطناعي في الكشف المبكر عن التوحد على تسهيل الكشف المبكر عن اضطراب التوحد (ASD) لدى الأطفال الذين تتراوح أعمارهم بين سنتين إلى أربع سنوات. يقدم هذا الأسلوب طريقة واعدة لاكتشاف التوحد في سن أصغر مقارنة بالجدول الزمني التشخيصي التقليدي. (Divan, Bhavnani, Leadbitter, Ellis, Dasgupta, Abubakar, & Green, 2023, 520)

2- الدقة التشخيصية

يمكن أن يُظهر النظام القائم على استخدام تقنية النانو باستخدام مؤشرات التواصل المستخرجة من دقة تشخيصية مذهلة لاضطراب التوحد. يستطيع توظيف رقائق النانو في اكتشاف التوحد تحقيق معدل حساسية يبلغ 97%، ومعدل خصوصية 98%، ومعدل دقة 98.5%، وهو ما يجعل النانو سيكولوجي قادراً على التمييز الدقيق بين الأطفال ذوي التوحد وأقرانهم ذوي النمو الطبيعي في نفس الفئة العمرية. (Osadchyi, Varina, Osadcha, Prokofieva, Kovalova, & Kiv, 2023, 263)

3- التأثير على تقدم التشخيص:

يمكن أن يسرع توظيف تقنية النانو من تقدم إجراءات تشخيص اضطراب التوحد. ومن خلال تقديم تقرير مفصل عن المسارات العصبية المتضررة، والتأثير المحتمل على وظائف المخ، ودرجات شدة مرض التوحد، يمكن لتقنية النانو أن تلعب دورًا مهمًا في العمل التشخيصي، بما يقلل عبء

العمل عن فريق التشخيص النفس بنسبة تصل إلى 30%، مما يوفر طريقة تقييم أكثر كفاءة وموضوعية لاضطراب التوحد. (Carmona-Serrano, López-Belmonte, López-Núñez, & Moreno-Guerrero, 2022, 8)

ثانيًا: النانو سيكولوجي وبرامج التدخل العلاجي لاضطراب التوحد:

يُعرف التدخل العلاجي القائم على النانو سيكولوجي بأنه استخدام تقنيات النانو لبناء تجارب مخصصة وتفاعلية للأطفال ذوي اضطراب التوحد. وتتضمن تلك التدخلات مجموعة كبيرة من الأدوات التقييمية والعلاجية وأنظمة الدعم المصممة لمعالجة ومواجهة جوانب القصور في مجالات السلوك والتواصل الاجتماعي والتعلم للأطفال ذوي اضطراب التوحد. (Griff, Langlie, Bencie, Cromar, Mittal, Memis, & Eshraghi, 2024, 191)

يستهدف توظيف النانو سيكولوجي في دعم الأطفال ذوي التوحد توفير تجارب شخصية قابلة للتعديل بهدف تعزيز مهارات هؤلاء الأطفال ومواجهة عيوبهم مثل قصور التفاعل الاجتماعي والمجالات العاطفية والمعرفية. (Thapar, & Rutter, 2021, 321)، ويوضح deLeyer-Tiarks, Li, Levine-Schmitt, Andrade, Bray, and Peters (2023, 495) جوانب الاستخدام التالية للنانو سيكولوجي في مجال دعم التوحدي:

1- التشخيص بمساعد تقنية النانو سيكولوجي:

يمكن استخدام تقنيات النانو في تحليل مجموعات كبيرة من البيانات السلوكية والطبية لتحديد الأنماط والعلامات المرتبطة بالتوحد، وبالتالي الكشف المبكر عن وفحص اضطراب التوحد، مما يتيح التدخل والدعم في الوقت المناسب.

2- العلاج الدقيق:

يمكن أن يساهم النانو سيكولوجي في خطط العلاج الشخصية للأطفال ذوي التوحد, وتحديد شدة التوحد وجوانب القصور الواضحة والتوصية بتدخلات وعلاجات متخصصة.

3- دعم التواصل واللغة:

يمكن للأدوات القائمة على نتائج تحليلات النانو تسهيل التواصل والتفاعل الاجتماعي للأطفال ذوي التوحد. يمكن لهذه الأدوات توفير الدعم الشخصي، والتدريب على المهارات الاجتماعية، والمساعدة في الآنشطة اليومية، وتعزيز الاعتماد على النفس.

4- التحليلات الاستنباطية:

يمكن لتقنية النانو تحليل البيانات للتنبؤ بالمسار النمائي للأطفال ذوي التوحد. ومن خلال تحديد عوامل الخطر والمؤشرات المبكرة، يمكن للنانو سيكولوجي أن يساعد المتخصصين في الرعاية الصحية ومقدمي الرعاية على توقع التحديات وتقديم برامج التدخل المناسبة.

يمكن استخدام تطبيقات النانو سيكولوجي في دعم الجوانب التالية للأطفال ذوي التوحد:

1- من بين الفوائد الرئيسية للنانو سيكولوجي للأطفال ذوي اضطراب التوحد هي أنه يمكن أن يساعد في سد الفجوة في التواصل التي يعاني منها التوحديون. فالعديد من الأطفال ذوي التوحد يواجهون صعوبة في التواصل اللفظي، سواء كان ذلك صعوبة في التعبير عن أنفسهم أو صعوبة في فهم الآخرين. يمكن أن يوفر النانو سيكولوجي طريقة أكثر سهولة للتواصل، مثل معالجة اللغة الطبيعية، والتي يمكن أن تساعد في ترجمة الأفكار المعقدة إلى

لغة أبسط. وهذا يمكن أن يساعد أطفال التوحد على التعبير عن أنفسهم بشكل أكثر فعالية، وكذلك فهم الآخرين والتواصل معهم بسهولة أكبر (Goosen, 2023, 64).

2- يمكن أن تكون تطبيقات النانو سيكولوجي مفيدة للأطفال ذوي اضطراب التوحد في توفير دعمًا شخصيًا وموجهًا لهم. فقد يواجه العديد من الأطفال ذوي اضطراب التوحد صعوبة في مهارات الوظيفية التنفيذية، مثل التخطيط والتنظيم، مما قد يؤثر على قدرتهم على إكمال المهام أو تحقيق الأهداف. يمكن أن يوفر النانو سيكولوجي ونتائجه التحليلية برامج تدخل ودعم موجه لتلك الجوانب، مثل تصميم وسائل التذكير أو الجداول الزمنية، لمساعدتهم على البقاء على المسار الصحيح وتحقيق أهدافهم. بالإضافة إلى ذلك، يمكن للنانو سيكولوجي المساعدة في أيضًا تقديم تعليقات ومراقبة في الوقت الفعلي، مما يمكن أن يساعد الأطفال ذوي التوحد على تحديد المجالات التي قد يحتاجون فيها إلى دعم أو تدخل إضافي. (Kalra, Gupta, & Sharma, 2023, 6)

3- يمكن لتطبيقات والبرامج القائمة على النانو سيكولوجي أن توفر أداة قوية للتعلم وتنمية المهارات. قد يكون لدى العديد من الأطفال ذوي التوحد طريقة فريدة لمعالجة المعلومات وقد يستفيدون من الوسائل الأكثر فردية في التعلم. يمكن أن يوفر النانو سيكولوجي إجراء تجارب تعليمية مخصصة وقابلة للتعديل، وتخصيص المحتوى والتعليقات وفقًا لنقاط القوة والضعف لدى الطفل التوحدي، مما يمكن أن يساعدهم على تطوير مهارات ومعارف جديدة، فضلا عن زيادة ثقتهم واستقلاليتهم. (Hrabal, Davis, & Wicker, 2023, 443)

يؤدي زيادة توظيف النانو سيكولوجي إلى ثورة سريعة في مجال علم النفس والطب النفسي. وعلى وجه الخصوص، يتمتع النانو سيكولوجي بتحقيق

نتائج إيجابية في مجال تعليم الأطفال ذوي التوحد. فمن خلال تقديم تعليمات مخصصة ودعم وتحليل قائم على البيانات المقدمة من تقنية النانو، يمكن للنانو سيكولوجي تلبية الاحتياجات الفريدة لكل طفل وتحويل تجربة تعلمه إلى نتائج ناجحة. (Alhaddad, So, Cabibihan, & Bonarini, 2023, 78)

وتتضمن جوانب التعلم للأطفال التوحديين التي يسهم النانو سيكولوجي في تحسينها كل من(Sundas, Badotra, Rani, & Gyaang, 2023, 4):

1- تحسين نتائج التعلم: يمكن للنانو سيكولوجي أن يساعد الأطفال ذوي التوحد على التعلم بشكل أكثر فعالية وكفاءة. على سبيل المثال، أظهرت الدراسات أن المعلمين الذين يستخدمون الأساليب والتقنيات المبنية على تقييمات النانو سيكولوجي يمكنهم مساعدة الأطفال ذوي التوحد على تحسين مهارات القراءة والرياضيات لديهم.

2- زيادة المشاركة: يمكن للأدوات التي تعمل بالنانو سيكولوجي أن تجعل التعلم أكثر متعة وتفاعلاً للأطفال ذوي التوحد.

في إطار اضطراب التوحد، يمكن أن يقدم النانو سيكولوجي الإمكانات لتوفير تجارب تعليمية مخصصة لاحتياجات كل طفل. على سبيل المثال، يمكن للأنظمة التي تعمل بتكنولوجيا النانو تحليل سلوك الطفل والاستجابات للمحفزات واستخدام هذه المعلومات لتعديل الآنشطة التعليمية التي تناسب احتياجاتهم. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أيضًا استخدام النانو في دعم التواصل والتفاعل الاجتماعي، وهي المجالات التي يواجه فيها الكثير من أطفال التوحد صعوبات. (Sato, Nakai, Fujima, Choe, & Takumi, 2023, 196). من جهة أخرى، يمكن أن يلعب النانو سيكولوجي دورًا مهمًا في المساعدة على تخصيص التكنولوجيا المساعدة للأطفال ذوي اضطراب التوحد.

من منظور مستقبلي، يمكن استخدام النانو سيكولوجي في إجراء تقييم دقيق للاحتياجات الفردية لكل طفل من ذوي التوحد، وذلك من خلال إمكانات النانو سيكولوجي في تحليل البيانات المعقدة، مثل سلوكيات الطفل واستجاباته لتحديد ما هي الأدوات والدعم الأكثر ملاءمة، وهو ما يعني أن النانو سيكولوجي يمكنه المساهمة في تصميم حلول مصممة خصيصًا لكل طفل من ذوي التوحد، مع مراعاة الاحتياجات الخاصة لكل منهم. (Kewalramani, Allen, Leif, & Ng, 2023, 7)

تتمثل الإمكانية الأخرى للنانو سيكولوجي في تعديل التكنولوجيا المساعدة، من خلال ضبط الإعدادات تلقائيًا بناءً على تفاعلات المستخدم وسلوكياتهم. على سبيل المثال، إذا ظهرت على الطفل التوحدي علامات التوتر أو والإحباط، أثناء أداء نشاط أو مهمة معينة، يمكن أن تتدخل قياسات النانو في تنبيه المعالج بذلك لتقديم الدعم المناسب. (Genovese, & Butler, 2023, 677) أيضاً، يبين Alghamdi, Alhakbani, and Al-Nafjan (2023, 598) الجوانب التالية التي يمكن أن يسهم من خلالها تطبيق النانو سيكولوجي في دعم أطفال التوحد:

- الاستفادة من قياسات النانو في تخطيط برامج التأهيل وتحديد مدى استعداد الطفل للاعتماد على النفس في أداء المهام والآنشطة المختلفة.
- استخدام الحلول القائمة على النانو سيكولوجي في مواجهة العيوب والإعاقات الحسية المتعلقة بالتوحد.
- إمكانية دمج تقنيات النانو سيكولوجي مع التكنولوجيا المساعدة المقدمة لأطفال التوحد.
- تصميم الأدوات القائمة على تقنيات النانو سيكولوجي في تطوير العديد

من المقاييس بخاصة في مجال العيوب العصبية النمائية والتفاعل الاجتماعي لأطفال التوحد.

- دمج تقنيات النانو سيكولوجي في عناصر تصميم الروبوت القائم على الذكاء الاصطناعي بخاصةً مع الأطفال ذوي التوحد منخفض الأداء الوظيفي.

النانو سيكولوجي وأحداث الحياة اليومية لأطفال اضطراب التوحد:

يهدف النانو سيكولوجي الى البحث عن الأشياء الخفية وغير المرئية أو الوحدات متناهية الصغر مثل الكلمة او الصورة او الصوت او الحدث او اللون أو أي وحدة يمكن أن تحدث تأثيراً مباشراً أو غير مباشر في الحالة النفسية والعقلية والجسمية والفسيولوجية والعصبية في علم النفس والتي يمكن أن تكشف عن قوتها في تشكيل السلوك من خلال إدخال فرضيات متناهية الصغر والتي قد تكشف عن الآنظمة الدقيقة غير المرئية، ويرى الكثيرين أن استخدام الوحدات والخبرات متناهية الصغر منذ اللحظة الأولى في حياة الطفل التوحدي بشكل منظم ومخطط يمكن أن يمثل إعادة بناء أنظمة الاستقبال الحسية واجبارها على الاستجابة الحسية والمعرفية والوجدانية بل وتنشيط عمل العمليات العقلية وتصميم مواقف ذات طابع وجداني يعتمد على الملامسة والاحتكاك والصوت والألوان والكلمات في استنفار الحواس خلال الأيام الأولى من الميلاد والاستمرار في بناء الخبرات الحسية وتنشيطها وفق ما يسمى ببرامج الحمية الحسية بما تمثله من إمكانية إحداث تغيير جوهري في بنية الاضطراب والتقليل من الاثار المترتبة عليه.

حيث إن النانو سيكولوجي يهدف الى الوصول الى الوحدات متناهية الصغر من خبرات، او احداث او مواقف او اشخاص او أصوات او الوان

تساهم في إحداث الاضطراب وتعديلها او إعادة بناءها، فربما كلمة عابرة او لمسة او نظرة او احتضان قد يحدث تغيير في فسيولوجية الجسم ووظائفه الحيوية، فتحقق الراحة النفسية او السعادة وقد تكون نفس الخبرات متناهية الصغر هي المسببة والمفجرة لكم هائل من الصراعات والاضطرابات وترفع من ضغط الدم او السكر او قد تسبب جلطة او سكتة دماغية.

فالكشف عن التغيرات الداخلية نتيجة خبرات الحياة اليومية والتي تلعب الدور الأكبر في تشكيل الخبرات الإنسانية وتلوينها او تصنيفها بين خبرات إيجابية وخبرات سلبية او مأساوية هو الذي يمثل روعة الكشف عن تأثير الخبرات والاحداث متناهية الصغر في صياغة الحالات الوجدانية والعقلية المختلفة والمتباينة والتي ترسم مسار وخريطة الحياة الإنسانية في حالة السواء وكذلك في حالة الاضطراب والمرض.

References

Aengenheister, L., Favaro, R. R., Morales-Prieto, D. M., Furer, L. A., Gruber, M., Wadsack, C.,. & Buerki-Thurnherr, T. (2021). Research on nanoparticles in human perfused placenta: State of the art and perspectives. *Placenta*, *104*, 199-207.

Alghamdi, M., Alhakbani, N., & Al-Nafjan, A. (2023). Assessing the Potential of Robotics Technology for Enhancing Educational for Children with Autism Spectrum Disorder. *Behavioral Sciences*, *13*(7), 598.

Alhaddad, A. Y., So, W. C., Cabibihan, J. J., & Bonarini, A. (2023). Technologies to support the diagnosis and therapy of individuals with autism. *Frontiers in Psychiatry*, *14*, 1304178.

Angrand, L., Masson, J. D., Rubio-Casillas, A., Nosten-Bertrand, M., & Crépeaux, G. (2022). Inflammation

and Autophagy: A Convergent Point between Autism Spectrum Disorder (ASD)-Related Genetic and Environmental Factors: Focus on Aluminum Adjuvants. *Toxics*, *10*(9), 518.

Bature, F., Pappas, Y., Pang, D., & Guinn, B. A. (2021). Can Non-invasive Biomarkers Lead to an Earlier Diagnosis of Alzheimer's Disease?. *Current Alzheimer Research*, *18*(11), 908-913.

Bellotti, E., Contarini, G., Geraci, F., Torrisi, S. A., Piazza, C., Drago, F. & Decuzzi, P. (2022). Long-lasting rescue of schizophrenia-relevant cognitive impairments via risperidone-loaded microPlates. *Drug Delivery and Translational Research*, 1-14.

Bhattacharya, S., Samaddar, S., & Banerjee, A. (2021). A Comprehensive Review of the Influence of Technology on Psychology. *Int. J. Sci. Res. in Multidisciplinary Studies Vol*, *7*(9).

Bonilla, L., Esteruelas, G., Ettcheto, M., Espina, M., García, M. L., Camins, A., ... & Sánchez-López, E. (2022). Biodegradable nanoparticles for the treatment of epilepsy: From current advances to future challenges. *Epilepsia Open*, *7*, S121-S132.

Briot, K., Pizano, A., Bouvard, M., & Amestoy, A. (2023). New technologies as promising tools for assessing facial emotion expressions impairments in ASD: a systematic review. *Frontiers in psychiatry*, *12*, 634756.

Carmona-Serrano, N., López-Belmonte, J., López-Núñez, J. A., & Moreno-Guerrero, A. J. (2022). Trends in autism research in the field of education in Web of Science: A bibliometric study. *Brain sciences*, *10*(12), 1018.

Colnot, E., Cardoit, L., Cabirol, M. J., Roudier, L.,

Delville, M. H., Fayoux, A., & Morin, D. (2022). Chronic maternal exposure to titanium dioxide nanoparticles alters breathing in newborn offspring. *Particle and Fibre Toxicology*, *19*(1), 1-16.

Dahiya, A. V., McDonnell, C., DeLucia, E., & Scarpa, A. (2020). A systematic review of remote telehealth assessments for early signs of autism spectrum disorder: Video and mobile applications. *Practice Innovations*, *5*(2), 150.

DE Leyer-Tiarks, J. M., Li, M. G., Levine-Schmitt, M., Andrade, B., Bray, M. A., & Peters, E. (2023). Advancing autism technology. *Psychology in the Schools*, *60*(2), 495-506.

Dias, C. M., & Walsh, C. A. (2020). Recent advances in understanding the genetic architecture of autism. *Annual Review of Genomics and Human Genetics*, *21*, 289-304.

Divan, G., Bhavnani, S., Leadbitter, K., Ellis, C., Dasgupta, J., Abubakar, A., ... & Green, J. (2023). Annual Research Review: Achieving universal health coverage for young children with autism spectrum disorder in low-and middle-income countries: A review of reviews. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *62*(5), 514-535.

Dubey, I., Bishain, R., Dasgupta, J., Bhavnani, S., Belmonte, M. K., Gliga, T., ... & Chakrabarti, B. (2024). Using mobile health technology to assess childhood autism in low-resource community settings in India: An innovation to address the detection gap. *Autism*, *28*(3), 755-769.

Feng, Z., Peng, S., Wu, Z., Jiao, L., Xu, S., Wu, Y. & Wang, D. (2021). Ramulus mori polysaccharide-loaded PLGA nanoparticles and their anti-inflammatory effects in vivo. *International Journal of*

Biological Macromolecules, *182*, 2024-2036.

Genovese, A., & Butler, M. G. (2023). The autism spectrum: behavioral, psychiatric and genetic associations. *Genes*, *14*(3), 677.

Ghareeb, O. A. (2021). Pathological Changes in Liver Function Induced by Gold Nanoparticles and Protective Role of Tinospora Cordifolia: In Vivo. *Annals of the Romanian Society for Cell Biology*, 660-665.

Goosen, L. (2023). Technology Opening New Worlds for Those with Autism–an Overview. *Autism*, 84-106.

Griff, J. R., Langlie, J., Bencie, N. B., Cromar, Z. J., Mittal, J., Memis, I., ... & Eshraghi, A. A. (2024). Recent advancements in noninvasive brain modulation for individuals with autism spectrum disorder. *Neural Regeneration Research*, *18*(6), 191-195.

Harini, K., Girigoswami, K., & Girigoswami, A. (2022). Nanopsychiatry: Engineering of nanoassisted drug delivery systems to formulate antidepressants. *International Journal of Nano Dimension*, *13*(3), 256-266.

Harini, K., Girigoswami, K., Anand, A. V., Pallavi, P., Gowtham, P., Elboughdiri, N., & Girigoswami, A. (2022). Nano-mediated Strategies for Metal Ion–Induced Neurodegenerative Disorders: Focus on Alzheimer's and Parkinson's Diseases. *Current Pharmacology Reports*, 1-14.

He, X., Xie, J., Zhang, J., Wang, X., Jia, X., Yin, H. & Gao, H. (2022). Acid-Responsive Dual-Targeted Nanoparticles Encapsulated Aspirin Rescue the Immune Activation and Phenotype in Autism Spectrum Disorder. *Advanced Science*, 2104286.

Higashisaka, K. (2022). Health Effects and Safety Assurance of Nanoparticles in Vulnerable

Generations. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, *45*(7), 806-812.

Hosseinzadeh, M., Koohpayehzadeh, J., Bali, A. O., Rad, F. A., Souri, A., Mazaherinezhad, A., & Bohlouli, M. (2021). A review on diagnostic autism spectrum disorder approaches based on the Internet of Things and Machine Learning. *The Journal of Supercomputing*, *77*, 25-58.

Hou, X., Zaks, T., Langer, R., & Dong, Y. (2021). Lipid nanoparticles for mRNA delivery. *Nature Reviews Materials*, *6*(12), 1078-1094.

Hrabal, J. M., Davis, T. N., & Wicker, M. R. (2023). The use of technology to teach daily living skills for adults with autism: A systematic review. *Advances in Neurodevelopmental Disorders*, *7*(3), 443-458.

Kalra, R., Gupta, M., & Sharma, P. (2023). Recent advancement in interventions for autism spectrum disorder: A review. *Journal of Neurorestoratology*, 100068.

Kewalramani, S., Allen, K. A., Leif, E., & Ng, A. (2023). A Scoping Review of the Use of Robotics Technologies for Supporting Social-Emotional Learning in Children with Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 1-15.

Kollias, K. F., Syriopoulou-Delli, C. K., Sarigiannidis, P., & Fragulis, G. F. (2021). The contribution of machine learning and eye-tracking technology in autism spectrum disorder research: A systematic review. *Electronics*, *10*(23), 2982.

Krishnan, T., Wang, H. N., & Vo-Dinh, T. (2021). Smartphone-based device for colorimetric detection of MicroRNA biomarkers using nanoparticle-based assay. *Sensors*, *21*(23), 8044.

Kumar, R., Chhikara, B. S., Gulia, K., & Chhillar, M.

(2021). Review of nanotheranostics for molecular mechanisms underlying psychiatric disorders and commensurate nanotherapeutics for neuropsychiatry: The mind knockout. *Nanotheranostics*, *5*(3), 288.

Kumm, A. J., Viljoen, M., & de Vries, P. J. (2022). The digital divide in technologies for autism: feasibility considerations for low-and middle-income countries. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 1-14.

Lawal, S. K., Olojede, S. O., Sulaiman, S. O., Aladeyelu, O. S., Moodley, R., Naidu, E. C. S., & Azu, O. O. (2022). Tenofovir-silver nanoparticles conjugate ameliorates neurocognitive disorders and protects ultrastructural and cytoarchitectonic properties of the prefrontal cortex in diabetic rats. *Bosnian Journal of Basic Medical Sciences*, *22*(4), 569.

Lazić, V., Pirković, A., Sredojević, D., Marković, J., Papan, J., Ahrenkiel, S. P. & Nedeljković, J. M. (2021). Surface-modified ZrO2 nanoparticles with caffeic acid: Characterization and in vitro evaluation of biosafety for placental cells. *Chemico-Biological Interactions*, *347*, 109618.

López-Maldonado, E. A., & Oropeza-Guzmán, M. T. (2021). Synthesis and physicochemical mechanistic evaluation of chitosan-based interbiopolyelectrolyte complexes for effective encapsulation of OLZ for potential application in nano-psychiatry. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, *22*, 100456.

M'bitsi-Ibouily, G. C., Marimuthu, T., du Toit, L. C., Kumar, P., & Choonara, Y. E. (2021). In vitro, ex vivo and in vivo evaluation of a novel metal-liganded nanocomposite for the controlled release and improved oral bioavailability of sulpiride. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, *66*, 102909.

Mohammadi, P., Mahjub, R., Mohammadi, M., Derakhshandeh, K., Ghaleiha, A., & Mahboobian, M. M. (2021). Pharmacokinetics and brain distribution studies of perphenazine-loaded solid lipid nanoparticles. *Drug Development and Industrial Pharmacy*, *47*(1), 146-152.

Mohammadipour, A., & Abudayyak, M. (2022). Hippocampal toxicity of metal base nanoparticles. Is there a relationship between nanoparticles and psychiatric disorders?. *Reviews on Environmental Health*, *37*(1), 35-44.

Morimoto, Y., Ono, S., Yoshida, S., Mishima, H., Kinoshita, A., Tanaka, T.,& Imamura, A. (2021). A unique missense variant in the E1A-binding protein P400 gene is implicated in schizophrenia by whole-exome sequencing and mutant mouse models. *Translational psychiatry*, *11*(1), 1-12.

Muheem, A., Jahangir, M. A., Jaiswal, C. P., Jafar, M., Ahmad, M. Z., Ahmad, J., & Warsi, M. H. (2021). Recent patents, regulatory issues, and toxicity of nanoparticles in neuronal disorders. *Current Drug Metabolism*, *22*(4), 263-279.

Nguyen, T., Gao, J., Wang, P., Nagesetti, A., Andrews, P., Masood, S., ... & Jin, X. (2021). In vivo wireless brain stimulation via non-invasive and targeted delivery of magnetoelectric nanoparticles. *Neurotherapeutics*, *18*(3), 2091-2106.

Osadchyi, V. V., Varina, H. B., Osadcha, K. P., Prokofieva, O. O., Kovalova, O. V., & Kiv, A. E. (2023). Features of implementation of modern AR technologies in the process of psychological and pedagogical support of children with autism spectrum disorders. *AREdu 2020-Augmented Reality in Education. Kryvyi Rih, Ukraine*, 263-282.

Parsons, S., Yuill, N., Good, J., & Brosnan, M. (2021). 'Whose agenda? Who knows best? Whose voice?'Co-creating a technology research roadmap with autism stakeholders. *Disability & Society*, *35*(2), 201-234.

Persano, F., Batasheva, S., Fakhrullina, G., Gigli, G., Leporatti, S., & Fakhrullin, R. (2021). Recent advances in the design of inorganic and nano-clay particles for the treatment of brain disorders. *Journal of Materials Chemistry B*, *9*(12).

Pinto Jr, M. M. V., de Lima, V. G. P., Raniero, L. J., & Arisawa, E. A. L. S. (2021). Saliva diagnosis of autistic spectrum disorder by FT-IR spectroscopy. In *Reporters, Markers, Dyes, Nanoparticles, and Molecular Probes for Biomedical Applications XIII* (Vol. 11660, pp. 15-21). SPIE.

Prakash, J., Chaudhury, S., Chatterjee, K., & Srivastava, K. (2022). Nanopsychiatry: Is it a big thing in small size?. *Industrial Psychiatry Journal*, *31*(2), 181.

Rajendran, R., Menon, K. N., & Nair, S. C. (2022). Nanotechnology Approaches for Enhanced CNS Drug Delivery in the Management of Schizophrenia. *Advanced Pharmaceutical Bulletin*, *12*(3), 490.

Rebelo, C., Reis, T., Guedes, J., Saraiva, C., Rodrigues, A. F., Simões, S., & Ferreira, L. (2022). Efficient spatially targeted gene editing using a near-infrared activatable protein-conjugated nanoparticle for brain applications. *Nature communications*, *13*(1), 1-16.

Rehman, S., Nabi, B., Javed, A., Khan, T., Iqubal, A., Ansari, M. J. & Ali, J. (2022). Unraveling enhanced brain delivery of paliperidone-loaded lipid nanoconstructs: pharmacokinetic, behavioral, biochemical, and histological aspects. *Drug Delivery*, *29*(1), 1409-1422.

Salarpour, S., Barani, M., Pardakhty, A., Khatami, M., & Chauhan, N. P. S. (2022). The application of exosomes and exosome-nanoparticle in treating brain disorders. *Journal of Molecular Liquids*, 118549.

Saleh, M. A., Hanapiah, F. A., & Hashim, H. (2021). Robot applications for autism: a comprehensive review. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, *16*(6), 580-602.

Sartaj, A., Qamar, Z., Md, S., Alhakamy, N. A., Baboota, S., & Ali, J. (2022). An insight to brain targeting utilizing polymeric nanoparticles: effective treatment modalities for neurological disorders and brain tumor. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, *10*.

Satapathy, M. K., Yen, T. L., Jan, J. S., Tang, R. D., Wang, J. Y., Taliyan, R., & Yang, C. H. (2021). Solid lipid nanoparticles (SLNs): an advanced drug delivery system targeting brain through BBB. *Pharmaceutics*, *13*(8), 1183.

Sato, M., Nakai, N., Fujima, S., Choe, K. Y., & Takumi, T. (2023). Social circuits and their dysfunction in autism spectrum disorder. *Molecular Psychiatry*, *28*(8), 194-206.

Schneider-Futschik, E. K., & Reyes-Ortega, F. (2021). Advantages and disadvantages of using magnetic nanoparticles for the treatment of complicated ocular disorders. *Pharmaceutics*, *13*(8), 1157.

Shimizu, H., Morimoto, Y., Yamamoto, N., Kumazaki, H., Ozawa, H., & Imamura, A. (2022). Clinical and Biological Overlap between Schizophrenia, Autism Spectrum Disorder, and Trauma and Stress-Related Disorders: The Three-Tree Model of SCZ-ASD-TSRD. In *Schizophrenia-Recent Advances and*

Patient-Centered Treatment Perspectives. IntechOpen.

Simacek, J., Elmquist, M., Dimian, A. F., & Reichle, J. (2021). Current trends in telehealth applications to deliver social communication interventions for young children with or at risk for autism spectrum disorder. *Current Developmental Disorders Reports*, *8*, 15-23.

Sinha, S., Thapa, S., Singh, S., Dutt, R., Verma, R., Pandey, P. & Kaushik, D. (2022). Development of Biocompatible Nanoparticles of Tizanidine Hydrochloride in Orodispersible Films: In vitro Characterization, Ex vivo Permeation, and Cytotoxic Study on Carcinoma Cells. *Current Drug Delivery*, *19*(10), 1061-1072.

Sundas, A., Badotra, S., Rani, S., & Gyaang, R. (2023). Evaluation of autism spectrum disorder based on the healthcare by using artificial intelligence strategies. *Journal of Sensors*, *2023*, 1-12.

Teng, C., Jiang, C., Gao, S., Liu, X., & Zhai, S. (2021). Fetotoxicity of nanoparticles: causes and mechanisms. *Nanomaterials*, *11*(3), 791.

Thapar, A., & Rutter, M. (2021). Genetic advances in autism. *Journal of autism and developmental disorders*, *51*, 321-332.

Tsuchimoto, T. (2021). Transfer of specific moment to general knowledge: Suggestions from cultural developmental autoethnography and autoethnographic trajectory equifinality modeling. *Human Arenas*, *4*(2), 302-310.

Valsiner, J. (2021). Striving for Synthesis in General Psychology: Lessons from India. *Psychology and Developing Societies*, *33*(2), 175-189.

Van Grunsven, J., & Roeser, S. (2022). AAC technology,

autism, and the empathic turn. *Social Epistemology*, *36*(1), 95-110.

Vargason, T., Grivas, G., Hollowood-Jones, K. L., & Hahn, J. (2022). Towards a multivariate biomarker-based diagnosis of autism spectrum disorder: Review and discussion of recent advancements. In *Seminars in pediatric neurology* (Vol. 34, p. 100803). WB Saunders.

Wang, D., Wang, S., Zhou, Z., Bai, D., Zhang, Q., Ai, X. & Zhang, L. (2022). White Blood Cell Membrane-Coated Nanoparticles: Recent Development and Medical Applications. *Advanced Healthcare Materials*, *11*(7), 2101349.

Wang, Q., Liang, T., Wu, J., Li, Z., & Liu, Z. (2021). Dye-sensitized rare earth-doped nanoparticles with boosted NIR-IIb emission for dynamic imaging of vascular network-related disorders. *ACS Applied Materials & Interfaces*, *13*(25), 29303-29312.

Wilson, R. B., Vangala, S., Elashoff, D., Safari, T., & Smith, B. A. (2021). Using wearable sensor technology to measure motion complexity in infants at high familial risk for autism spectrum disorder. *Sensors*, *21*(2), 616.

Xu, H., Li, S., & Liu, Y. S. (2022). Nanoparticles in the diagnosis and treatment of vascular aging and related diseases. *Signal Transduction and Targeted Therapy*, *7*(1), 1-37.

Yan, J., Kang, D. D., & Dong, Y. (2021). Harnessing lipid nanoparticles for efficient CRISPR delivery. *Biomaterials Science*, *9*(18), 6001-6011.

Yu, R., Ahmed, T., Jiang, H., Zhou, G., Zhang, M., Lv, L., & Li, B. (2021). Impact of zinc oxide nanoparticles on the composition of gut microbiota in healthy and autism spectrum disorder children. *Materials*, *14*(19),

5488.

Zhang, J., Wang, L., Tan, W., Li, Q., Dong, F., & Guo, Z. (2022). Preparation of chitosan-rosmarinic acid derivatives with enhanced antioxidant and anti-inflammatory activities. *Carbohydrate Polymers*, *296*, 119943.

Zhang, W., Mehta, A., Tong, Z., Esser, L., & Voelcker, N. H. (2021). Development of polymeric nanoparticles for blood–brain barrier transfer—strategies and challenges. *Advanced Science*, *8*(10), 2003937.