Journal of medical & pharmaceutical Sciences
Volume (4), Issue (3): 30 Sep 2020
P: 21 - 40
ISSN: 2522-333X
مجلة العلوم الطبية والصيدلانية
المجلد (4)، العدد (3): 30 سبتمبر 2020 م
ص: 21 - 40

# The adverse effect of air pollution on the pathogenesis of autism spectrum in a sample of Iraqi children

**Sara A. Abdullah**

**Zahraa S. Al- Garawi**

College of Science || Mustansiriyah University || Iraq

**Basim W. Al- Aasmi**

AL- Noor association for Iraqi Autistic children || Baghdad || Iraq.

**Abstract:** Autism is a brain disorder occurs in children during the first three years leads to poor social interactions or communication. There are few studies showed a strong relationship between exposure to air pollutants and increased risk and development of autism. We aimed here to study the impact of air pollutants on moderate autism spectrum disorder in a sample of Iraqi children living in the capital Baghdad by following up the air quality in different areas in Baghdad through measuring the concentration of air pollutants carbon monoxide ، carbon dioxide ، nitrogen dioxide ، sulfur dioxide ، ozone ، total suspended micro- particles and MP10 during 2017- 2018 and compare the levels with standard levels of air pollutants. Accordingly ، we selected a sample of children diagnosed with autism (n=25 ، school- age children ، 4- 10 years old) who are living in the area of high pollutants and studied the sources of pollution closest to the residential area of children. The psychological integration of these children was diagnosed. All results compared with a sample of healthy children of the same age. The air quality results indicated a higher pollution in Al- Waziriya neighborhood than other neighborhoods ، represented by an increase in the concentration of pollutants. The results also showed that autistic children lived close to several sources of pollution ، such as a bakery ، a gas station ، an industrial factory ، a waste incinerator or energy generators. A percent of 80% of the children under study were moderate autistic children ، however ، 20% of autistic children had severe autism; the continuous exposure to these pollutants may be a cause of exacerbation. The residential area of healthy children was significantly free from those sources of pollution ، 0.0001 <p> 0.0000. The autistic children have significant lack of sensory and psychological integration when compare with healthy children 0.0001 <p> 0.00001. To sum up ، neighborhoods in Baghdad have different air quality ratios ، but Al- Waziriya district showed a rise in pollutant concentrations more than other neighborhoods ، which may negatively affect autism spectrum disorder and lead to develop into severe autism. Therefore ، the study recommends protecting autistic children or pregnant mothers from continuous and direct exposure to sources of pollution.

**Keywords**: Autism spectrum ، air quality ، air pollutants ، air pollution sources.

# دراسة التأثير العكسي لتلوث الهواء على اضطرابات طيف التوحد لدى عينة من الأطفال العراقيين

سارة علي عبد الله

**زهراء سالم الكَرعاوي**
كلية العلوم || الجامعة المستنصرية || العراق
**باسم وحيد عبد الله العاصمي**
مركز النور التخصصي لأطفال التوحد || بغداد || العراق

**الملخص:** يعد طيف التوحد اضطراباً في نمو دماغ الأطفال خلال السنوات الثلاثة الأولى يؤدي إلى ضعف في التفاعل أو التواصل الاجتماعي، وهناك دراسات قليلة بينت علاقة تلوث الهواء وزيادة خطر الاصابة وتطورها. هدفت هذه الدراسة إلى التحقق من تأثير ملوثات الهواء على مرض اضطراب طيف التوحد لعينة من الأطفال العراقيين وذلك من خلال متابعة جودة الهواء بقياس معدلات ملوثات الهواء أول أوكسيد الكربون وثنائي أوكسيد الكربون وثنائي أوكسيد النتروجين وثنائي اوكسيد الكبريت والأوزون والأجسام الميكروية العالقة الكلية وMP10 في أحياء بغداد ومقارنتها مع النسب الطبيعية العالمية لملوثات الهواء للعام 2017- 2018. تم اختيار عينة من الأطفال المشخصة بالتوحد من قبل لجنة طبية (25 طفلا بعمر المدرسة 4- 10 سنوات) من احد الأحياء التي اظهرت معدلات عالية من الملوثات وبعدها تم التأكد من طبيعة مصادر التلوث في الحي السكني ودراسة التكامل الحسي والنفسي لدى الأطفال ومقارنة النتائج مع عينة من الأطفال الأصحاء من نفس العمر وفي نفس المحافظة. دلت نتائج جودة الهواء على وجود نسبة من الملوثات في حي الوزيرية أعلى من مثيلاتها في باقي الأحياء. اظهرت النتائج أيضا أن أطفال التوحد يسكن قريباً من عدة مصادر تلوث مثل، مخبز، محطة وقود، معمل صناعي، محرقة نفايات، مولدة كهرباء وان هناك نسبة 80% من الأطفال تحت الدراسة مصاب بالتوحد المعتدل في حين 20% مصاب بالتوحد الشديد بالمقارنة مع الأطفال الأصحاء الذين يسكنون في منطقة خالية معنويا من تلك المصادر$0.0001<p>0.0000$ ، ربما يكون التعرض لهذه الملوثات سببا لتفاقم اضطرابات التوحد، إذ لوحظ وجود فارق معنوي في عدم التكامل الحسي والنفسي بين أطفال التوحد والأطفال الأصحاء $0.0001<p>0.00001$. تستنتج هذه الدراسة أن أحياء بغداد تختلف في نسب جودة الهواء وان حي الوزيرية سجل ارتفاعاً في نسب الملوثات والتي قد تؤثر سلباً على اضطراب طيف التوحد المعتدل وربما تؤدي إلى تطوره إلى توحد شديد، ولذلك توصي الدراسة بضرورة حماية أطفال التوحد أو الام الحامل من التعرض المستمر والمباشر إلى مصادر التلوث.

**الكلمات المفتاحية:** اضطراب طيف التوحد، جودة الهواء، ملوثات الهواء، مصادر تلوث الهواء.

## 1. المقدمة Introduction

تعتبر ملوثات الهواء من الأسباب المهمة التي تؤثر على الجهاز العصبي المركزي، إذ يحمل الهواء الملوث جزيئات دقيقة ذات اوزان ميكروية مختلفة تكون مغطاة بأعداد لا تحصى من الملوثات والتي تخترق الخلايا ويمكن أن تؤثر سلبًا على نمو المخ، إذ أن هناك ثلاثة أنواع رئيسة من ملوّثات الهواء [1]: الجسيمات الدقيقة المحمولة جواً والتي يتراوح قطرها من 2.5 إلى 10 مايكرومتر MP 2.5- 10 µm(تنبعث في الغالب من مصادر صناعية، بالإضافة إلى عوادم السيارات، والطهي بالخشب، والتدخين)، وثاني أكسيد النيتروجين $NO_2$، وأحادي أكسيد النيتروجينNO أو أكسيد النيتريك، وقد يوضح ذلك سبب التأثير على مرضى التوحد [2]. اثبتت دراسات سابقة وجود صلة بين التلوث والإصابة بالتوحد بما في ذلك دراسة نشرت عام ٢٠١٠ توصلت إلى أن خطر الإصابة بهذا المرض يتضاعف لو عاشت الام خلال الأشهر الثلاثة الأخير من الحمل قرب طريق سريع تتعرض من خلاله للملوثات الجزيئية الدقيقة[2] بالرغم من احتمالية وجود أساس وراثي وجيه للإصابة بالتوحد الا أن زيادة معدل الإصابة اثار العلماء للبحث عن الأسباب البيئية التي قد تساهم بزيادة الإصابة لان الجينات لا تتغير بسرعه كافيه تفسر سبب هذه الزيادة. في احدى الدراسات، تم تشخيص إصابة 1% من الأطفال بسن الخامسة بأنهم يعانون من اضطراب طيف التوحد، كما لوحظ ارتفاع بنسبة 7% في خطر الإصابة بالتوحد لكل 11 جزيئًا من المليار من أحادي أكسيد النيتروجين أو أكسيد النيتريك في البيئة المحيطة، كما أن الأطفال الذين يعيشون في المناطق التي ترتفع فيها مستويات نسبة ثاني أوكسيد

النيتروجين وأول أكسيد الكربون، يزيد فيها خطر إصابة الأطفال بإعاقة ذهنية إلى 30%، أما في المناطق التي ترتفع فيها نسب ثاني أكسيد الكبريت فتبلغ النسبة 17%. [2]

### 1.1 مشكلة الدراسة Research statement

مرض التوحد هو اضطراب في النمو يتميز بصعوبات واضحة في التفاعل الاجتماعي والتواصل، يرافقها سلوك مقيد ومتكرر [3] غالبًا ما يظهر خلال السنوات الثلاث الأولى من حياة الطفل [3.4] والتي تتطور تدريجيًا بمرور الوقت. التوحد هو مجموعة واسعة من اضطرابات الدماغ ويعرف أيضًا باسم " اضطراب طيف التوحد" أو ASD. أن الأطفال المصابون بمرض التوحد يعانون بصورة شبه مؤكدة من صعوبات في ثلاثة مجالات تطورية اساسية هي العلاقات الاجتماعية، السلوك واللغة، وقد تتراوح هذه الإعاقات من خفيفة إلى شديدة. لا يمكن القطع عن سبب محدد للتوحد ولكن هناك بعض الدراسات السابقة بينت أن تلوث الهواء المحيط يضاعف من خطر الإصابة بهذا الاضطراب إذ أن الهواء يحمل ملوثات على شكل غازات وأخرى على شكل دقائق ميكروية تؤثر سلباً على خلايا الجهاز العصبي المركزي وبالتالي اضطراب في نمو خلايا المخ. تهتم هذه الدراسة بالتعرف على نسب ملوثات الهواء ومصادرها في بعض أحياء بغداد والتأكد من التأثير المعنوي لتلوث الهواء على الإصابة باضطراب طيف التوحد أو تطوره إلى اضطراب شديد.

### 2.1 اهداف الدراسة Research aim

التحقق من الحي الذي يسجل أعلى نسبة لملوثات الهواء الرئيسية والتعرف على نوع مصادر التلوث الرئيسية في المنطقة التي يسكنها الأطفال المصابون باضطراب طيف التوحد، ثم البحث عن العلاقة المعنوية بين مصادر التلوث في منطقة سكن المصابين ونسبة الإصابة بمرض التوحد المعتدل أو الشديد مقارنة مع أطفال أصحاء.

### 3.1 أهمية البحث Research objective and importance

كونها الدراسة الأولى من نوعها في العراق، فهي راسة ممهدة لوضع الأسس البيئية المناسبة والتوصيات الضرورية إلى وزارة البيئة والى منظمة الصحة العالمية لتقليل خطر اضطراب مرض التوحد ومضاعفاته وتطوره إلى توحد شديد لدى الأطفال بعمر المدرسة في محافظة بغداد في حي الوزيرية كونه الحي الأكثر تعرضا لملوثات الهواء حسب إحصائية جودة الهواء الصادرة من وزارة البيئة للعام 2017- 2018.

## 2. مراجعة الادبيات Literature Review

### 1.2 ملوثات الهواء

أ- غاز ثاني أوكسيد الكربون $CO_2$

ينتج هذا الغاز ثنائي أكسيد الكربون ينتج خلال زفير البشر وسائر الكائنات بنسبة طبيعية مقدارها 0، 04%،[5] كما ينتج خلال عمليات تحلل المواد العضوية وتقوم النباتات بإنتاج ثنائي أكسيد الكربون ليلاً أثناء عملية التنفس الخلوي [6] وأثناء تخمر السكريات ، وكناتج طبيعي لاحتراق الخشب والسكريات ومعظم الوقود الاحفوري الغنيّ بالكاربون والهيدروجين مثل الفحم والنفط والغاز الطبيعي، كما ينبعث CO2 من البراكين والحمم والعيون الحمئة (السخّانات)، ويتحرّر من صخور الكربونات عند اذابتها في الأحماض، بالإضافة إلى تواجده أيضاً في البحيرات، وفي أعماق البحار ممتزجاً مع ترسّبات النفط والغاز.[7]

ب- غاز أول أوكسيد الكربون CO

نواتج الاحتراق غير الكامل والذي يحدث بسبب قلة الأكسجين عند حدوث الاحتراق أو ارتفاع درجة الحرارة مما يُسرّع من آلية التفاعل لاحتراق المواد المحتوية على عنصر الكربون في الوقود الاحفوري كالبنزين والغاز الطبيعي والكيروسين والديزل والحطب والفحم الحجري كما يُمكن أن ينتج من احتراق الأخشاب المستخدمة لكافة الأغراض كالطهي والتدفئة وتشغيل المركبات وغيرها.[8]

ج- ثنائي أوكسيد النتروجين $NO_2$

ان من أبرز مصادر ثنائي أكسيد النتروجين التي يتعرض لها عامة الناس هي محركات الوقود الاحفوري وحرق الوقود في الهواء الطلق، اما داخل البيوت فانه يتحرر من دخان السجائر،[9] والبيوتان وسخانات الكيروسين والمواقد. [10] يمكن أن يتواجد الغاز بنسبة طبيعية في الجو مقدارها من صفر إلى 0.00002% [5] وأي نسبة أعلى من هذا المقدار تعتبر مصدر تلوث.

د- ثنائي أوكسيد الكبريت $SO_2$

ينبعث الغاز من حرق الوقود الأحفوري ومن محطات توليد الطاقة والمنشآت الصناعية ومناجم استخراج المعادن [11]. تتراوح نسبته الطبيعية في الجو بين صفر إلى 0.001%. [5]

هـ- غاز الأوزون

يتكون غاز الأوزون في الغلاف الجوي للأرض من انبعاثات مصادر ملوِّثة مثل ثاني أكسيد الكربون المنبعث من عوادم السيارات والمركبات العضوية المتطايرة، واستخدام المذيبات، والميثان الناتج عن الزراعة.[12] يتواجد الغاز بنسبة طبيعية في الجو مقدارها من صفر الى1 0.0[5]%.

و- غاز أول أوكسيد النتروجين

ينبعث غاز أوكسيد النيتريك من عوادم المركبات ويؤثر سلباً على الوظائف العصبية وضغط الدم، ونظام المناعة ويؤدي إلى بعض الاضطرابات الأيضية وأمراض الجهاز التنفسي.[1]

ز- الجسيمات الميكروبية الدقيقة الكلية

تتراكم الجسيمات الغروية الدقيقة في الهواء من مخلفات البناء أو من الاتربة المتصاعدة من الطرق غير المعبدة أو الحقول أو المداخن أو الحرائق. إذ تتشكل معظم هذه الجسيمات والتي يتراوح قطرها من 2، 5 إلى ١٠ مايكرومتر (MP2.5 وMP10) في الغلاف الجوي نتيجة تفاعلات معقدة للمواد الكيميائية مع غازات ثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين، وقد كشفت دراسة سابقة عن زيادة فرصة إصابة الأطفال الذين يعيشون في المناطق التي تتعرض بكثرة للجسيمات الدقيقة المحمولة جوًّا بالإعاقة الذهنية بنسبة 33% [13]، إذ تتداخل هذه المواد السامة في عمليات نمو الدماغ الرحمي مثل تكوين الخلايا العصبية، وتكاثر الخلايا، وتمايز الخلايا، واستماتة الخلايا، وتحفز هذه الجسيمات أيضًا إطلاق السيتوكين الالتهابي (inflammatory cytokine) في الدماغ ويمكن أن تغير تطور جهاز المناعة الوليدي.

ح- الجسيمات الميكروبية الدقيقة MP10

يمكن أن تتواجد الجسيمات الميكروبية الدقيقة والتي قطرها يساوي 10 ميكروغرام بنسبة طبيعية في الجو 20 ميكروغرام لكل م$^3$ (متوسط القيمة المسموح بها سنوياً) أو 50 ميكروغرام لكل م$^3$ وهي متوسط القيمة المسموح بها في 24ساعة.[14] وهي ذات خطورة عالية كونها سهلة الاستنشاق وممكن تستقر في الشعب الهوائية في الرئتين.

**2.2 اضطراب طيف التوحد**

طيف التوحد هو اضطراب متغير ملحوظ في نمو الخلايا العصبية في الجهاز العصبي المركزي [15]، يبدأ في مرحلة الطفولة، ويتبع مساراً ثابتًا دون سكون. [16] تبدأ الأعراض بسيطة بعمر ستة أشهر وتزداد تدريجيا حتى تثبت في عمر عامين أو ثلاثة أعوام [17] ، وهنا يصنف التوحد إلى توحد معتدل أو توحد شديد، وكثير من الاحيان يستمر إلى مرحلة البلوغ، وعندها تظهر الأعراض أكثر فتورًا [18، 19].

عالميا، يؤثر التوحد على 24.8 مليون شخص اعتبارًا من عام 2015. [20] إذ لوحظ في العقد الأول من القرن الحادي والعشرين أن عدد الأشخاص المصابين كان بنحو 1- 2 لكل 1000 شخص في جميع أنحاء العالم. [21] اما في البلدان المتقدمة فقد تم تشخيص حوالي 1.5% من الأطفال المصابين باضطراب طيف التوحد اعتبارًا من عام 2017 [22]، وقد لوحظ انه يحدث حوالي أربع إلى خمس مرات في الأولاد أكثر من الفتيات. [23] يؤثر مرض التوحد على استقبال ومعالجة المعلومات في الدماغ وكيفية اتصال الخلايا العصبية ومشابكها وتنظيمها. [24] لتشخيص اضطراب مرض التوحد، يجمع الدليل التشخيصي والإحصائي للاضطرابات العقلية (DSM- 5) بين التوحد ومتلازمة أسبرجر واضطرابات النمو المنتشر الذي لم يتم تحديده (PDD- NOS). [3]، [25]

لم يتم لحد الان تحديد سبب اضطرابات التوحد بشكل قاطع، ولكن يعتقد الباحثون أن بعض الحالات تنطوي على وجود عيب وراثي أو مكتسب يتعلق بالجهاز المناعي، كما أن الأيض والبيئة قد تلعب دورًا مهماً، إذ قد يكون السبب متعلق بوجود عدة جينات يرجح أن لها دورا في التسبب بالذاتية، مما يجعل الطفل أكثر عرضة للإصابة باضطراب التوحد، بينما يؤثر بعضها الآخر على نمو الدماغ وتطوره وعلى طريقة اتصال خلايا الدماغ فيما بينها، وقد تنتقل بعض الاعتلالات الوراثية وراثيا (موروثة) بينما قد تظهر أخرى غيرها بشكل تلقائي .[26] إذا كان هناك أحد الاخوة أو أحد الوالدين مصابًا بالتوحد، يكون الطفل أكثر عرضة لتطويره أيضًا. هناك دراسة أخرى أظهرت دور عمر الابوين في الإصابة بهذا الاضطراب، إذ كان الأطفال المولودون لرجال فوق سن الأربعين عامًا هم أكثر عرضة للإصابة بالتوحد من الأطفال المولودين لآباء تحت سن الثلاثين عاماً.[27]

من ناحية ثانية، هناك ثمة عوامل أخرى لازالت تخضع للبحث والدراسة هي محل جدل لحد الان، مثلا مشاكل أثناء مخاض الولادة أو خلال الولادة نفسها، ودور الجهاز المناعي في كل ما يخص الذاتية والتطعيم (اللقاح) الثلاثي (MMR Triple vaccine) الذي يعطى ضد النكاف (Mumps)، الحصبة (Rubeola / Measles) والحُمَيراء (الحصبة الألمانية Rubella German Measles)، إضافة إلى لقاحات أخرى تحتوي على الثيميروسال (Thimerosal)، وهو مادة حافظة تحتوي على كمية ضئيلة من الزئبق. [28] بعض الدراسات اوعزت الإصابة بمرض التوحد نتيجة الإصابة ببعض الأمراض مثل ظهور الفينيل كيتون في الادرار (Phenylketonuria) غير المعالج، وهو اضطراب أيضي فطري ناتج عن نقص في الإنزيم المسؤول عن أيض الحامض الأميني ڤينيل الآنين (phenylalanine)، مما يؤدي إلى تراكمه في الدم ووصوله إلى المخ مما يسبب خللاً في نشاط خلايا المخ، ويعرف هذا الإنزيم بأسم فينيل ألانين هيدروكسيلاز phenylalanine hydroxylase [29] أو الإصابة بالحصبة الألمانية أو الإصابة بمتلازمة الكروموسوم X الهش (Fragile x syndrome)، وهي متلازمة موروثة تؤدي إلى خلل ذهني وبالتالي تكون وتطور اضطرابات في الدماغ. أو الإصابة بالاضطراب العصبي المعروف باسم متلازمة توريت (Tourette syndrome) أو الإصابة بالصرع أو التصلبٌ الحدبي (Tuberous sclerosis) والتصلب الدرني. [30- 32] هناك دراسة أخرى، لازالت تحتاج إلى بحث مستفيض، افرزت عن وجود علاقة بين بعض الأدوية التي تتناولها الام أثناء الحمل، مثل الثاليدوميد وحمض فالبرويك ومشاكل أثناء مخاض الولادة وزيادة خطر الإصابة باضطراب التوحد. [33]

وجد الباحثون في الآونة الأخيرة احتمال أن تكون الأسباب المحفزة لنشوء وتطور مرض التوحد متعلقة بالتلوث البيئي (تلوث الهواء أو الماء) أو التعرض إلى المبيدات الحشرية. [34-36]

### 3.2 أعراض مرض التوحد وأنماط السلوك الشائعة

هناك علامات متعلقة بالسلوك الاجتماعي وعلامات متعلقة بمهارة التواصل مع الأشياء ومع الاخرين وأخرى تتعلق بلغة التخاطب. من الأعراض المتعلقة بضعف التواصل الاجتماعي، عدم قدرة الطفل على الاستجابة والردّ على اسمه في السنة الأولى من عمره، عدم الاهتمام باللعب مع الأخرين، أو التحدث معهم، تفضيله البقاء وحيداً، وعدم القدرة على تفهم الطفل لعواطفه، أو عواطف الآخرين. اما العلامات المتعلقة بضعف مهارات التواصل فهي فقدان القدرة على الكلام قبل عمر 16 شهراً، فقدان القدرة على الإشارة إلى الأشياء التي يحتاجها الطفل، وعدم مشاركته الأشياء مع الأخرين، التكرار غير الواعي لما يقوله الآخرون وعدم الاستجابة للأصوات الطبيعية أو المفتعلة. كما وتظهر على طفل التوحد علامات ضعف الادراك اللغوي إذ غالبا ما يكون هناك خلط بين الضمائر للمخاطب والضمير الحاضر والغائب[37].

يعاني طفل التوحد ايضا أنماطاً سلوكيةً غريبة أو أنشطةً شاذة، منها تكرار بعض الحركات مثل الاهتزاز والدوران ورفرفة الأيدي والمشي على أصابع القدم، القيام ببعض السلوكيات المؤذية مثل العض أو ضرب الرأس، التعوّد على روتين واحد والاضطراب الشديد عند حدوث أي تغيير على هذا الروتين، كما يلاحظ أن طفل التوحد يفضل انواع غذائيّة محدّدة وقليلة ويرفض غيرها من الأطعمة. [37]

### 3.3 علاجات مرض التوحد

لم يتوفر حتى يومنا هذا علاج واحد ملائم لكل المصابين بنفس المقدار، وانما هي تشكيلة متنوعة من العلاجات المتاحة لمرضى التوحد والتي يمكن اعتمادها في البيت أو في المدرسة. هناك علاجات للاختلال السلوكي (Behavioral Therapy) وعلاجات أمراض النطق واللغة (Speech- language pathology)، فضلا عن العلاج التربوي – التعليميّ. بالرغم من ذلك، نظرا لكون مرض التوحد حالة صعبة جدا ومستعصية ليس لها علاج دوائي محدد، يلجأ العديد من الأهالي إلى الحلول التي يقدمها الطب البديل (Alternative medicine) إذ أفادت بعض العائلات بأنها حققت نتائج ايجابية في علاج التوحد، إلا أن الباحثين لم يتوصلوا إلى تأكيد، أو نفي مدى تأثير العلاج البديل على علاج مرض التوحد. [26]

## 3. منهجية الدراسة Research methodology

### 1.3 دراسة نسب ملوثات الهواء في أحياء بغداد- العراق

تم متابعة نسب اهم الملوثات في أربعة أحياء في بغداد وهي الوحيدة التي تخضع لأبراج مراقبة جودة الهواء، تقع احداها في حي الوزيرية والأخرى في مدينة الكاظمية (حي العطيفية الثانية) والثالثة في حي السيدية والاخيرة في حي الأندلس/ ساحة الأندلس، إذ تم قياس ملوثات الهواء في هذه الأحياء من خلال الشعبة المختصة في وزارة البيئة وذلك للفترة 2017- 2018، إذ تم اعتماد معدل نسبة ملوثات الهواء لاثني عشر شهراً وبأبعاد 1 كيلومتر$^2$ بواسطة محطات مراقبة جودة الهواء وبأجهزة استشعار دقيقة إذ تم استخدام جهاز Ultraviolet fluorescence، HORIBA- Germany لقياس كلاً من أول أوكسيد الكربون وثنائي أوكسيد الكربون وثنائي أوكسيد النتروجين وثنائي أوكسيد

الكبريت والأوزون ، كما تم قياس معدل الجسيمات الدقيقة MP10 بواسطة Continuous particulate monitor BAM- 1020 في الوقت الحقيقي.

**2.3 معايير الدراسة**

التأكد من الحي الذي يسجل أعلى نسبة لملوثات الهواء ودرجة خطورة الملوثات المئوية، واختيار احدى المراكز المتخصصة برعاية أطفال التوحد وتوزيع استمارة استبانة على عوائلهم ليتم ملئها من قبل أولياء ألامور. تضمنت الاستمارة معلومات عن منطقة سكن المصاب فيما إذا كانت قرب المصادر الرئيسية للتلوث مثل مولدات الطاقة أو محطات الوقود أو الجسور والمصانع والطرق الترابية غير المعبدة، فضلا عن معلومات أخرى تخص حالة الطفل مثل نوع الغذاء والماء الذي يتناوله المصاب والتكامل النفسي والحسي لدى الطفل إضافة إلى معلومات عامة أخرى (ملحق رقم 1).

**3.3 عينة الدراسة**

استهدفت الدراسة عينة من أطفال بغداد وعددهم 25 طفلاً بعمر المدرسة (4- 10سنوات) مشخصة اصابتهم باضطراب مرض التوحد من قبل لجنة طبية مختصة من وزارة الصحة- مدينة الطب- المركز الوطني للتوحد في العراق ومسجلين لدى مركز النور التخصصي لأطفال التوحد في حي الوزيرية . لأغراض المقارنة الصحيحة، تم متابعة عينة أخرى من الأطفال الأصحاء (25 طفلا) بنفس العمر من مدرسة اشبيلية الابتدائية المختلطة في بغداد في حي العطيفية الثانية التابع لمدينة الكاظمية المقدسة، لغرض المقارنة.

هناك خمسة مراكز رئيسية لأطفال التوحد في بغداد وهي مركز بغداد الحكومي للتوحد في الكرخ (حي الجامعة)، معهد الاخوين للتوحد في بغداد (شارع 42)، مركز النهرين التخصصي لرعاية التوحد وصعوبات النطق في الرصافة (حي البنوك- حي اور) ومركز الصفا في الرصافة (شارع فلسطين)، بالإضافة إلى مركز النور التخصصي لأطفال التوحد في الرصافة (الوزيرية).

**4.3 دراسة تأثير تلوث الهواء ودرجة الخطورة على أطفال التوحد**

تمت دراسة التأثير المعنوي لملوثات الهواء على نسبة الإصابة باضطراب طيف التوحد باستخدام معادلات التحليل الاحصائي ومقارنة النتائج مع عينة من الأطفال الأصحاء.

تم تحديد درجة خطورة ملوثات الهواء باستخدام العلاقة الرياضية العامة بين مستوى احتمال الفرد للملوث وتركيز الملوث في الجو[38]:

$$\text{درجة الخطورة \%} = \frac{\text{تركيز الملوث في الجو}}{\text{مستوى الاحتمال}} * 100 \qquad 1)$$

**5.3 التحليل الاحصائي**

تم ايجاد العلاقات الاحصائية باستخدام برنامج GraphPad واختبارات T- tests للمتغيرات غير المعتمدة ذات النهاية الواحدة واختبار احتمال المعنوية عندما تكون تساوي أو أقل من $p<0.05$ .

## 4. النتائج والمناقشة Results and discussion

للوصول إلى غاية البحث، اهتمت هذه الدراسة بالتحقق أولا من نسب ملوثات الهواء في أحياء بغداد المختلفة والخاضعة لابراج مراقبة جودة الهواء وهي حي الوزيرية وحي العطيفية الثانية/مدينة الكاظمية وحي السيدية

وحي الأندلس، والتأكد ثانيا من نوع مصادر التلوث في الحي الذي يظهر أعلى نسبة من ملوثات الهواء، ثم أخيراً دراسة التأثير المعنوي لملوثات الهواء على نسبة الإصابة باضطراب طيف التوحد .

### 1.4 ملوثات الهواء في أحياء بغداد

يوضح جدول رقم (1) النسب ملوثات الهواء في جميع الأحياء تحت الدراسة مقارنة بالنسب القياسية العالمية، إذ تشير نتائج الجدول إلى وجود ازدياد في نسب ملوثات الهواء عن النسب الطبيعية.

ان نسبة جودة الهواء في حي الوزيرية كانت أوطأ من الأحياء الأخرى الخاضعة إلى أبراج مراقبة جودة الهواء، إذ دلت النتائج على وجود نسبة عالية من أول أوكسيد الكربون وثنائي أوكسيد النتروجين والأوزون وثنائي أوكسيد الكبريت فوق المستوى الطبيعي، ويشير الجدول أيضا إلى أن نسبة الأجسام العالقة PM10 في حي الوزيرية هي أقل من مثيلاتها في حي السيدية وحي الأندلس، إذ أن أعلى نسبة للأجسام العالقة سجلت في حي السيدية مما يشير إلى مصادر هذه الأجسام العالقة من جسور وطرق ترابية غير معبدة أقل انتشارا في حي الوزيرية، ومع ذلك لم تثبت الدراسات السابقة أي ارتباط مباشر بين الأجسام العالقة PM10 وخطر تطور اضطراب طيف التوحد.

**جدول رقم (1). المعدلات السنوية لملوثات الهواء في أحياء من العاصمة بغداد مقارنة مع النسب الطبيعية العالمية.**

| الملوثات | النسبة الطبيعية للملوثات [39] | نسبة الملوثات في حي الوزيرية | نسبة الملوثات في مدينة الكاظمية (العطيفية الثانية) | نسبة الملوثات في حي السيدية | نسبة الملوثات في حي الأندلس |
|---|---|---|---|---|---|
| CO | صفر إلى 0.100 جزء من مليون ppm | 0.843 جزء من مليون ppm | صفر جزء من مليون ppm | 0.460 جزء من مليون ppm | 0.496 جزء من مليون ppm |
| $NO_2$ | صفر إلى 0.010 جزء من مليون ppm | 0.041 جزء من مليون ppm | 0.047 جزء من ppm | 0.032 جزء من مليون ppm | 0.035 جزء من مليون ppm |
| $O_3$ | صفر- 0.01 جزء من مليون ppm | 0.031 جزء من مليون ppm | صفر جزء من مليون ppm | 0.037 جزء من مليون ppm | 0.027 جزء من مليون ppm |
| $SO_2$ | صفر إلى 100.0 جزء من مليون ppm | 00.04 جزء من مليون ppm | 00.014 جزء من مليون ppm | 0.032 جزء من مليون ppm | 0.021 جزء من مليون ppm |
| الجسيمات الميكروية الدقيقة الكلية | | 0.757 مليغرام/م$^3$ كمعدل سنوي لعام 2017 -2018 | غير متوفرة | غير متوفرة | غير متوفرة |
| PM10 | 0.02 مليغرام/م$^3$ | 0.17 مليغرام/م$^3$ | غير متوفرة | 402.0 مليغرام/م$^3$ | 0.197 مليغرام/م$^3$ |

### 2.4 درجة الخطورة لملوثات الهواء

يوضح جدول رقم (2) مستوى الاحتمال ودرجة الخطورة المئوية لكل ملوث في أحياء بغداد المقصودة، إذ أن هناك قرابة 2، 4% درجة خطورة نتيجة التلوث بأول أوكسيد الكربون في حي الوزيرية ونسبة 41% بتلوث ثنائي أوكسيد النتروجين، في حين هناك نسبة 31% درجة خطورة ارتفاع نسبة الأوزون في حي الوزيرية عن باقي الأحياء، ونسبة 26% درجة خطورة بتلوث ثنائي أوكسيد الكبريت في حي الوزيرية.

إن خطورة أي ملوث في الجو تعتمد على تركيزه وفترة التعرض له، إذ يطلق على أعلى تركيز للملوث يمكن احتماله من قبل الفرد خلال ساعة من الزمن بمستوى الاحتمال وأن درجة الخطورة% لأي ملوث تعتمد على مستوى احتمال الفرد للملوث.

**جدول رقم (2). مستوى الاحتمال ودرجة خطورة التلوث بالهواء% لكل ملوث من ملوثات الهواء في أحياء أخرى من العاصمة بغداد.**

| الملوثات | مستوى الاحتمال ع [40] | درجة الخطورة% | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | حي الوزيرية | مدينة الكاظمية (حي العطيفية) | حي السيدية | حي الأندلس |
| CO | 35 جزء من مليون ppm لمعدل ساعة | %2.4 | - | %1.3 | %1.4 |
| $NO_2$ | 0.1 جزء من مليون ppm لمعدل ساعة | %41 | %47 | %32 | %35 |
| $O_3$ | 0.1 جزء من مليون ppm لمعدل ساعة | %31 | - | %37 | %27 |
| $SO_2$ | 0.15 جزء من مليون ppm لمعدل ساعة | %26.6 | %9.3 | %21.3 | %14 |
| الجسيمات العالقة الكلية | 0.375 مليغرام/م$^3$ كمعدل سنوي لعام 2017- 2018 | %200 | - | - | - |
| PM10 | 0.1 مليغرام/م$^3$ | %170 | - | %2٠4 | %197 |

مستوى الاحتمال هو المحدد الوطني المسموح به كأعلى تركيز للملوث يمكن للفرد تحمله عند التعرض لمدة ساعة.ع

### 3.4 ملوثات الهواء واضطراب طيف التوحد

يوضح جدول (1) و(2) أن نسب ملوثات الهواء مرتفعة في حي الوزيرية أكثر من مثيلاتها في باقي الأحياء ولكنها منخفضة في مدينة الكاظمية أكثر من باقي الأحياء. تم اختيار عينة الدراسة من مركز أطفال التوحد في حي الوزيرية وأطفال أصحاء من حي العطيفية الثانية التابعة لمدينة الكاظمية لتكون عينة الدراسة الحالية.

جدول رقم (1) يبين ارتفاع نسبة أول أكسيد الكربون في حي الوزيرية إلى 0.843 جزء من مليون ppm والمعروف أن هذه الجزيئة لها ميل للارتباط مع الهيموغلوبين 218 مرة أكثر من الأوكسجين [41] وتكوين carboxyhemoglobin (COHb) وهذا يقلل من قدرة الهيموغلوبين لحمل الأكسجين في الدم، مما يتسبب في نقص الأكسجة في الأنسجة، مما يحرم الإمداد المعتاد للأوكسجين وتلف خلايا القلب والعضلات والدماغ والجهاز العصبي. [43- 42] اما تعرض الأطفال لثاني أكسيد الكربون فقد يتسبب في زيادة إجهاد الأكسدة وتلف خلايا الدماغ بسبب زيادة في إنتاج أنواع الأوكسجين المخفضة جزئيًا (partially reduced oxygen species PROS)[44] اوقد تنشأ بيروكسيدات الدهون من التحلل التأكسدي للدهون الدماغية[45] أن تلف خلايا الدماغ هو احد أسباب اضطراب طيف التوحد لدى الأطفال.

اما نسبة ثنائي أوكسيد النتروجين فقد ارتفعت في حي الوزيرية إلى 0.041 جزء من مليون ppm ، فقد يؤدي تعرض الأطفال إلى هذه الجزيئات إلى إطلاق وسائط الالتهاب من الرئة [46]، يؤدي التهاب الرئة المزمن إلى التهاب جهازي يؤثر على الأوعية الدموية [47]، إذ أن السيتوكين cytokine المستمد من الالتهاب الجهازي قد يبر الحاجز الدموي الدماغي [48] ويؤثر على نشاط الخلايا الدبقية الصغيرة وتقوم هذه بإطلاق وسائط الالتهاب الثانوي وتكثيف التهاب الخلايا العصبية، مما يؤدي إلى تلف خلايا الدماغ وسبباً لارتفاع اضطراب طيف التوحد [49].

يبين جدول (1) أيضا أن هناك نسبة تلوث بغاز الأوزون بمقدار 0.031 جزء من مليون ppm ودرجة خطورة مئوية بمقدار 31%، وقد اثبتت دراسات سابقة أن التعرض الحاد أو المزمن لغاز الأوزون يؤدي إلى إجهاد أكسدي يؤدي إلى أكسدة دهون الدماغ [51]، [50]، وتغيير بشكل الخلايا العصبية وتغييرات أخرى بنيوية [52]، وتدهور الذاكرة [53]اما التعرض لجرعات منخفضة من الأوزون، فقد تم اختباره في دراسة سابقة على حيوانات مختبرية وتبين انه يؤدي إلى موت عصبي تدريجي لمادة الدوبامين في المادة السوداء للنموذج الحيواني [54].

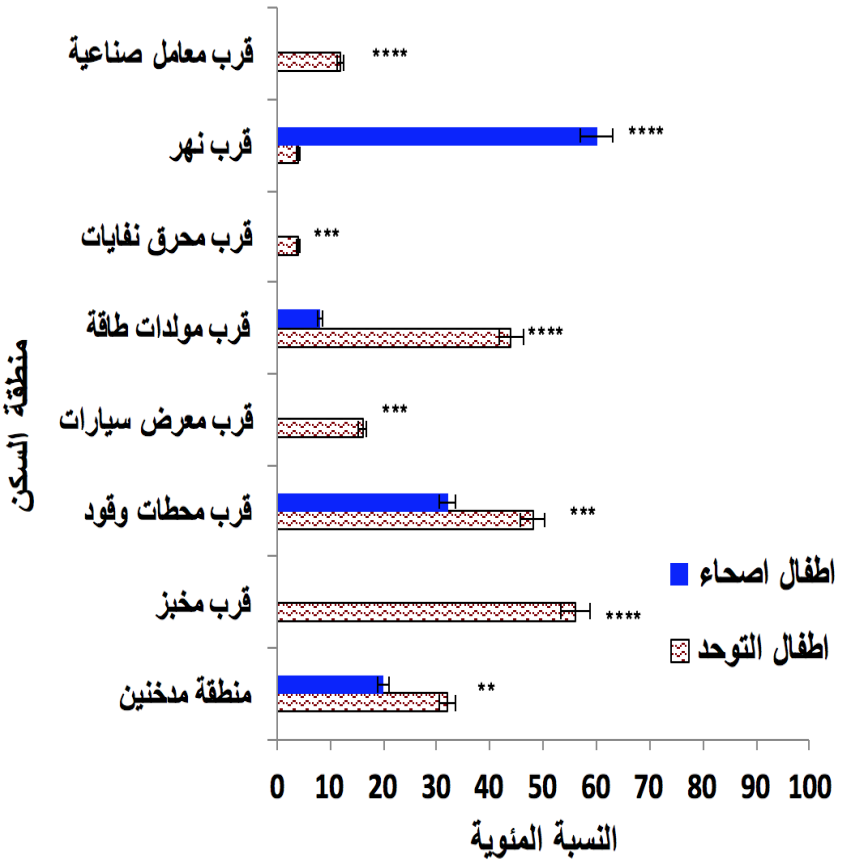
يتضح من جدول رقم (1) أن نسبة التلوث بغاز ثنائي أوكسيد الكبريت في حي الوزيرية عالية مما يرفع درجة الخطورة المئوية إلى 26% مقارنة بمثيلتها 9% في حي العطيفية- الكاظمية مما قد يؤثر سلباً على اضطراب طيف التوحد. أن سبب ارتفاع نسبة التلوث بغاز ثنائي أوكسيد الكبريت قد يعود إلى وجود عدد من محطات توليد الطاقة الكهربائية في حي الوزيرية أكثر من حي العطيفية، لاحظ شكل (2). أن التعرض لغاز ثنائي أوكسيد الكبريت فانه يقلل من نشاط انزيمات Superoxide disututase (SOD) وglutathione peroxidase (GSH- Px) وglutathi- one (GSH) التي تساهم في ازالة الجذور الحرة من الخلية الخلية، مما يؤدي إلى اكسدة الدهون في خلايا الدماغ وبالتالي تلفها وزيادة اضطراب طيف التوحد[55].

توضح نتائج نسبة التلوث بالأجسام الميكروية الكلية (MP2.5 وMP10) في حي الوزيرية أعلى معنويا من نسبة الاحتمال مما يجعل درجة الخطورة المئوية عالية جدا 200%، وقد كشفت دراسات سابقة أن تعرض الام الحامل للأجسام الميكروية MP2.5 يزيد من احتمالات تطور مرض التوحد. تكون ذرات هذه الجسيمات موجودة في الهواء بشكل طبيعي، إلا أن التلوث الناتج عن المصانع وعوادم السيارات له دور كبير في تغيير التركيب الكيميائي لهذه الذرة، وينتج مركبات معدنية وعضوية ضارة صغيرة جداً إلى حد تستطيع الدخول إلى الرئة والاتحاد مع الأوكسجين الخارج إلى الدورة الدموية وبذلك تنتقل من الأم إلى الجنين وتسبب ضرر في طور النمو الدماغي، ولا يقتصر الضرر على الام الحامل بل هناك احتمالية كبيرة بالإصابة بالتوحد عن الأطفال الذين يسكنون قرب المصانع ومواقع البناء أو الخط السريع والطرق غير المعبدة. [56]

### 4.4 مصادر التلوث

اهتمت هذه الدراسة بالتحري عن كثب عن نوع المنطقة السكنية التي يعيش بها الأطفال للتأكد من نوع مصادر التلوث ونوع الملوثات التي يتعرض لها يوميا، علما أن حي الوزيرية قريبة من أحد الطرق السريعة وتحتوي على معامل صناعية ومحطة وقود وبعض الشوارع غير المعبدة، مقارنة بحي العطيفية التي يسكن بها الأطفال الأصحاء والتي ينعطف بها نهر دجلة فهي منطقة سكنية بحتة وتحتوي على عدد من البساتين الزراعية وجميع شوارعها معبدة وتبعد بحدود خمسة كيلو ونصف عن حي الوزيرية، وتقع ضمن محطة مراقبة جودة الهواء في مدينة الكاظمية. شملت استمارة الاستبانة عدة معايير للتحري عن مصادر غازات أول وثنائي أوكسيد الكربون وغازات ثنائي أوكسيد النتروجين وثنائي أوكسيد الكبريت والجسيمات الميكروية العالقة MP10. تبين النتائج في الشكل رقم (1) أن نسبة أطفال التوحد الذين يسكنون في مناطق قريبة من مصادر التلوث هي أعلى معنوياً من نسبة الأطفال الأصحاء

p<0.001، إذ أن هناك عينة أطفال التوحد بنسبة 32% تسكن مع عائلة مدخنة بشكل يومي مما يرفع خطر التعرض لغاز ثنائي أوكسيد النتروجين بشكل رئيسي [57.58] إضافة إلى مخاطر دخان السكائر بشكل عام. [59] وان 56% من عينات أطفال التوحد تسكن قرب مخبز أعلى معنويا من الأطفال الأصحاء، و48% من العينات تسكن محطات وقود البنزين، مما يشير إلى فرصة التعرض لغازات التلوث أول وثنائي أوكسيد الكربون والأوزون وثنائي أوكسيد النتروجين اكثر من الأطفال الأصحاء (32%)، كما يبين شكل (1) أن 44% من العينات تسكت قرب مولدات الطاقة الكهربائية التي تعمل على مدار 24 ساعة كمصدر رئيسي لغازات ثنائي أوكسيد الكبريت والأوزون وأول أوكسيد الكربون، فضلا عن مركبات هيدروكربونية أخرى ضارة كنواتج ثانوية لتوليد الطاقة الكهربائية من مصادر الديزل أو الغازولين61]، [60 اما نسبة أطفال التوحد الذي يسكن قريب من جدول أو نهر فهي أقل معنويا من نسبة الأطفال الأصحاء، في حين نسبة سكن أطفال التوحد قرب ابخرة المصانع الغنية بغاز ثنائي أوكسيد الكبريت كانت أعلى معنويا من أولئك الأطفال الأصحاء الذين لم يتواجد أيا منهم على الاطلاق قرب مصنع أو محرقة نفايات الغنية بالأوزون ، شكل رقم (1).



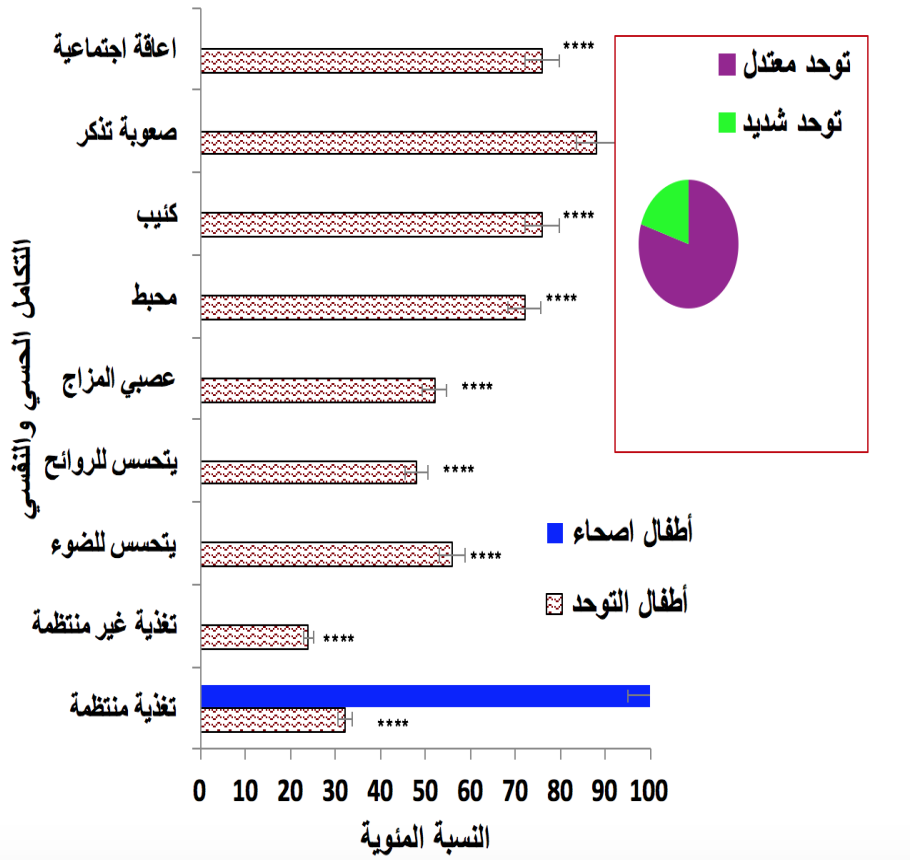

**شكل رقم (1). مصادر تلوث الهواء في حي الوزيرية وحي العطيفية الثانية ونسبة الأطفال تحت الدراسة حسب قرب سكنهم من مصادر التلوث. تبين الإحصائية أن نسبة أطفال التوحد الذين يسكنون قرب دخان كلاً من المصانع وحرق النفايات ومولدات الطاقة ومحركات السيارات ومحطات الوقود والافران ودخان السجائر اعلى بشكل معنوي من أولئك الأطفال الاصحاء، (0.001<p>0.00001). تكون الإحصائية مقبولة معنويا عندما تكون الاحتمالية ≥0.05 .**

هناك دراسات سابقة توصلت إلى وجود علاقة بين بين ملوثات الهواء واضطراب طيف التوحد من خلال فحص العلاقة بين المسافة إلى أقرب طريق سريع أو طريق رئيسي ومرض التوحد ، وتوصلت أن العيش بالقرب من طريق سريع (أقل من 309 م) قد يزيد من خطر الإصابة بالتوحد [62] وهناك دراسة اخرى وجدت أن زيادة اضطراب مرض التوحد تزداد مع زيادة تركيز الملوثات المتعلقة بحركة المرور مثل أول أوكسيد الكربون وثنائي أوكسيد النتروجين، كما استنتجت الدراسة وجود تأثير من الاوزون وثنائي أوكسيد الكبريت على زيادة اضطراب طيف التوحد ، وان الإجهاد التأكسدي يزيد فرصة الإصابة بمرض التوحد من خلال اكسدة الدهون وانخفاض نشاط مضادات الأكسدة ، وارتفاع مستوى أكسيد النيتريك [63]، [64] والالتهابات[66، [65]. أن الهواء المحيط عبارة عن مجموعة معقدة من الملوثات الفردية المتنوعة التي هي جذرية حرة مثل ثنائي أوكسيد النتروجين أو تلك التي تمتلك القدرة على تسيير تفاعل الجذور الحرة مثل الأوزون والجسيمات العالقة [67].

**5.4 التكامل الحسي والنفسي لعينة أطفال التوحد**

بينت النتائج أن نسبة 80% من الأطفال تحت الدراسة مصابين بمرض التوحد المعتدل وأن هناك نسبة مقدارها 20% من الأطفال مشخصة بإصابة التوحد الشديد (حسب تشخيص اللجنة المختصة في وزلرة الصحة/ مدينة الطب/ مركز رعاية أطفال التوحد)، شكل رقم (2)، كما واكدت نتائج الاستبانة في هذه الدراسة حالة نقص التكامل الحسي والنفسي لأطفال التوحد الساكنين في حي الوزيرية مقارنة بالأطفال الأصحاء في حي العطيفية الثانية، إذ أن ما يقارب 76% منهم يعاني صعوبة بالتواصل الاجتماعي مع اقراد عائلته ومع الاخرين و88% من الحالات تعاني صعوبة بتذكر الأشياء والاحداث والأسماء وصعوبة النطق السليم إضافة أن 27- 76% من الأطفال لديهم اكتئاب مستمر ومشاعر محبطة في اغلب الأحيان و52% تظهر عليهم انفعالات عصبية شديدة عند تغير الروتين اليومي ومعدل 48% و52% تشير إلى وضع الطفل المزاجي المتحسس للظروف البيئية الطبيعية كالروائح والضوء، على التعاقب، لاحظ شكل رقم (2).

ان تعدد مصادر ملوثات الهواء المتوفرة في حي الوزيرية قد تكون سبباً لارتفاع ملحوظ بنسبة التلوث بالغازات والجسيمات الميكروية العالقة اكثر من باقي الأحياء، واثرت سلباً على تطور حالة الأطفال الذين يسكنون قرب مصادر التلوث إلى الإصابة بالتوحد المعتدل وثم تطور الاضطراب إلى توحد شديد بنسبة ٢٠% باستمرار العيش في نفس المنطقة لأكثر من 4 سنوات.




**شكل رقم (2). النسبة المئوية لأنواع التوحد عند عينة الأطفال تحت الدراسة (عمر 4-10 سنوات) مع النسب المئوية للتكامل الحسي والنفسي لدى عينة الأطفال المصابين بالتوحد في مركز النور التخصصي لأطفال التوحد مقارنة بالأطفال الاصحاء. يبين الشكل أن 80% من الأطفال مصابين بتوحد معتدل، 32% منهم تحت رعاية غذائية منتظمة، 24% منهم يعانون اضطراب بالتغذية، 56% من المصابين لديهم تحسس سلبي للأضواء و48% من الأطفال يتحسس سلبا للروائح، 52% ذو مزاج عصبي طوال الوقت، 27% يعاني من الاحباط المستمر، 76% يعاني الكآبة والعزلة، 88% لديه صعوبة بتذكر الاحداث والاسماء والأشخاص و76% لديه عوق بالتواصل الاجتماعي مع افراد العائلة ومع المحيط. قد تتداخل هذه النسب للطفل الواحد، بمعنى انه نفس الطفل قد يعاني من عدة أعراض من عدم التكامل النفسي والحسي. ($0.0001<p>0.00001$). تكون الإحصائية مقبولة معنويا عندما تكون الاحتمالية $\geq 0.05$ .**

## 5. الاستنتاج Conclusion

تستنتج هذه الدراسة أن أحياء بغداد ذات جودة هواء تختلف من حي إلى اخر حسب عدد ونوع مصادر التلوث، وان حي الوزيرية سجل معدل ملوثات أعلى من باقي الأحياء للعام 2017- 2018، وان هناك عدة مصادر تلوث في الحي الواحد من قبيل مولدات الطاقة الكهربائية، المخابز، محرق نفايات، معرض سيارات، محطة وقود، فضلا عن تواجد بعض المدخنين من أفراد العائلة. تقترح الدراسة أن تعرض عينة الأطفال بعمر المدرسة (4- 10سنوات) لملوثات الهواء أول وثنائي أوكسيد الكربون وغازات ثنائي أوكسيد النتروجين وثنائي أوكسيد الكبريت والجسيمات الميكروية العالقة MP10 ربما له اثر مباشر أو غير مباشر (ولادي أو جيني) على التراجع المعرفي والحسي والتكيف

الاجتماعي وبالتالي الإصابة باضطراب طيف التوحد وربما تطوره إلى توحد شديد، فضلا أن الدراسة قد توفر الآثار الإضافية للتعرض إلى تلوث الهواء والاسباب البيئية الأخرى، مما يضفي محددات أخرى وأهداف جديدة للوقاية من مرض التوحد.

## 6. التوصيات Recommendations

توصي الدراسة برفع تقرير مفصل إلى منظمة الصحة العالمية فرع العراق قسم تلوث البيئة عن تأثير التلوث على اضطراب طيف التوحد، ومساعدة الأطفال على اكتساب أنماط السلوك الطبيعي وتنمية الاتصال اللغوي والاجتماعي مع العائلة والمحيط تحت اشراف متخصصين، فضلا عن الاهتمام بالتكامل الحسي والنفسي لكسر العزلة والتوتر والإحباط، وضرورة الاهتمام بالأنشطة الرياضية المناسبة لتنشيط الحركة البدنية والعقلية، كما يتوجب التأكد من عدم تعرض الام الحامل أو الطفل المعرض إلى الإصابة بالتوحد إلى ملوثات الهواء بشكل مستمر. توصي الدراسة أيضا بمتابعة مستقبلية لعينات الأطفال المصابون باضطراب طيف التوحد في الأحياء الأخرى المشمولة بأبراج مراقبة الهواء وزيادة حجم عينة الدراسة بعد رفع الحجر الصحي عن مراكز التوحد.

**7. شكر وتقدير Acknowledgment**

تم تسجيل هذا البحث في الخطة السنوية لبحوث قسم الكيمياء في الجامعة المستنصرية في 1- 11- 2019. يقدم الباحثون الشكر الجزيل إلى مديرة مكتبة مدرسة اشبيلية الابتدائية المختلطة في حي العطيفية الثانية السيدة ندى محمد الخفاجي لمساعدتها بجمع بيانات الأطفال الأصحاء والى الدكتورة نجلة محسن الوائلي والست رؤى من الدائرة الفنية المختصة في وزارة البيئة لمساعدتهم بجمع بيانات جودة الهواء.

**8. تضارب مصالح Conflicts of interest**

يقر الباحثون بعدم وجود تضارب مصالح في نشر هذا البحث مع أي جهة.

**9. مساهمة الباحثين Authors contribution**

ساهمت كلا من الانسة سارة علي ود. زهراء سالم بتحليل وتفسير البيانات الخاصة بالدراسة وكتابة وتنقيح البحث، وساهم السيد باسم وحيد بجمع بيانات نماذج الأطفال المصابين بالتوحد.

## قائمة المراجع References

1. بقلم محمد السيد علي (25 ديسمبر 2018)/ تلوُّث الهواء يزيد احتمالات إنجاب أطفال مصابين بالتوحد https://www.scientificamerican.com/arabic/articles/news/polluted- air- may- be- a- threat- kidneys/
2. أبو ظبي- سكاي نيوز عربية (18ديسمبر 2014) https://www.skynewsarabia.com/amp/technology/710444- دراسة- التوحد- مرتبط- بملوثات- الجو- الدقيقة
3. Autism Spectrum Disorder ، 299.00 (F84.0). In: American Psychiatric Association. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders ، Fifth Edition. American Psychiatric Publishing; 2013.
4. Rebecca J Landa(2008). "Diagnosis of autism spectrum disorders in the first 3 years of life". *Nat Clin Pract Neurol.* 4 (3): 138–147. doi: 10.1038/ncpneuro0731. PMID 18253102.
5. كتابة ايمان الحباري |15 يونيو 2019

https: //mawdoo3.com/مكونات_الهواء_الجوي

6. Food Factories. www.legacyproject.org. Retrieved on 2011- 10- 10. نسخة محفوظة 12 أغسطس 2017 على موقع واي باك مشين.
7. General Properties and Uses of Carbon Dioxide ، Good Plant Design and Operation for Onshore Carbon Capture Installations and Onshore Pipelines". Energy Institute. في 09 نوفمبر مؤرشف من الأصل 2018. اطلع عليه بتاريخ 14 مارس 2012.
8. معلومات- عن- أول- أكسيد- الكربون//https: //sotor.com بواسطة: كتّاب سطور ، 28 مارس 2019
9. US Dept. of Health and Human Services ، Public Health Service ، Agency for Toxic Substances and Disease Registry ، Division of Toxicology. April 2002 ATSDR Nitrous Oxides نسخة محفوظة 1 أيار 2017. على موقع واي باك مشين
10. "The Impact of Unvented Gas Heating Appliances on Indoor Nitrogen Dioxide Levels in 'TIGHT' Homes". ashrae.org2013 اطلع عليه بتاريخ 11 أبريل .
11. مديرية الرصد والتقييم البيئي(2020) https: //www.jordanenv.com/information
12. بقلم محمد السعيد بتاريخ (15ابريل 2019) الجفاف يزيد تلوث الهواء ب غاز الأوزون https: //www.scientificamerican.com/arabic/articles/news/drought- increases- air- pollution- by- ozone- gas/
13. United States Environmental Protection Agency: LAST UPDATED ON NOVEMBER 14 ، 2018: Particulate Matter (PM) https: //www.epa.gov/pm- pollution/particulate- matter- pm- basics#effects
14. منظمة الصحة العالمية 12ايار/مايو 2016نشرة إخبارية |ارتفاع مستويات تلوث الهواء في كثير من المدن الافقر في العالم

https: //www.who.int/ar/news- room/detail/05- 08- 1437- air- pollution- levels- rising- in- many- of- the- world- s- poorest- cities

15. Daniel H Geschwind.Autism: many genes ، common pathways? Cell. 2008;135(3): 391–5. doi: 10.1016/j.cell.2008.10.016. ببمد 18984147
16. World Health Organization. F84. Pervasive developmental disorders; 2007 [archived 2013- 04- 21; Retrieved 10 October 2009].
17. Sally J Rogers. What are infant siblings teaching us about autism in infancy? Autism Res. 2009;2(3): 125–37. doi: 10.1002/aur.81. ببمد 19582867
18. Isabelle Rapin 1 ، Roberto F Tuchman Autism: definition ، neurobiology ، screening ، diagnosis. Pediatr Clin North Am. 2008;55(5): 1129–46. doi: 10.1016/j.pcl.2008.07.005. ببمد 18929056.
19. Eric LondonThe role of the neurobiologist in redefining the diagnosis of autism. Brain Pathol. 2007;17(4): 408–11. doi: 10.1111/j.1750- 3639.2007.00103.x. ببمد 17919126.
20. GBD 2015 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators (8 October 2016). "Global ، regional ، and national incidence ، prevalence ، and years lived with disability for 310 diseases and injuries ، 1990–2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study

2015". *Lancet*. 388 (10053): 1545–1602. doi: 10.1016/S0140- 6736(16)31678-6. PMC 5055577. PMID 27733282.

21. Craig J. Newschaffer ،Lisa A. Croen ،Julie Daniels ،Ellen Giarelli ،Judith K. Grether ،Susan E. Levy ، David S. Mandell ،Lisa A. Miller ،Jennifer Pinto- Martin ،Judy Reaven ،Ann M. Reynolds ،Catherine E. Rice ،Diana Schendel ،and Gayle C. Windham5(2007). "The epidemiology of autism spectrum disorders". *Annual Review of Public Health*. 28: 235–258. doi: 10.1146/annurev.publhealth.28.021406.144007. PMID 17367287.
22. Kristen Lyall,Lisa Croen,Julie Daniels,M. Daniele Fallin,Christine Ladd-Acosta,Brian K. Lee,Bo Y. Park,Nathaniel W. Snyder,Diana Schendel,Heather Volk,Gayle C. Windham,and Craig Newschaffer (March 2017). "The changing epidemiology of autism spectrum disorders". *Annual Review of Public Health*. 38: 81–102. doi:10.1146/annurev-publhealth-031816-044318. PMC 6566093. PMID 28068486.
23. Gerry A. Stefanatos (2008). "Regression in autistic spectrum disorders". *Neuropsychol Rev*. 18 (4): 305–319. doi: 10.1007/s11065- 008- 9073- y. PMID 18956241. S2CID 34658024.
24. Susan E Levy ، MD ، Prof ، David S Mandell ، ScD ، and Robert T Schultz ، PhD ، Prof(2009). "Autism". *Lancet*. 374 (9701): 1627–1638. doi: 10.1016/S0140- 6736(09)61376-3. PMC 2863325. PMID 19819542.
25. Chris Plauché Johnson ، MD ، MEd ، Scott M. Myers ، MD and the Council on Children With Disabilities(2007). "Identification and evaluation of children with autism spectrum disorders". *Pediatrics*. 120(5): 1183–1215. doi: 10.1542/peds.2007- 2361. PMID 17967920. Archived from the originalon 8 February 2009.
26. Copyright- Web Medicine Ltd.)2020- 2011(مرض التوحد: https: //www.webteb.com/children-health/diseases/مرض- التوحد
27. عوامل خطر تزيد احتمال الإصابة بالتوحد بوابه الوسط|(2019ابريل 03) http: //alwasat.ly/news/health-medicine/240722
28. M.Rutter (2005). "Incidence of autism spectrum disorders: changes over time and their meaning". *Acta Paediatr*. 94 (1): 2–15. doi: 10.1111/j.1651- 2227.2005.tb01779.x. PMID 15858952.

29. بواسطة د. بسمة الراوي |تاريخ النشر: 18 نوفمبر ، 2017|تاريخ التحديث: 12 مايو ، 2018: مرض فينيل كيتونيوريا (بيلة فينيل كيتون) في الأطفال ..اسبابه وأعراضه
https: //www.dailymedicalinfo.com/view- article//فينيل- كيتون- يوريا

30. صحيفة البيان ؛11اغسطس2007؛الكروموسوم Xالسبب الاساسي للإعاقة
https: //www.albayan.ae/paths/2007- 08- 11- 1.195641?ot=ot.AMPPageLayout

31. نحن نستطيع |13- 02- 2016|ماعلاقة متلازمة توريت والبانداز بالتوحد

ماعلاقة- متلازمة- https: //muhammadsobeah.wixsite.com/wecan/single- post /2016/02/13/ توريت- والبانداز- بالتوحد

32. نحن نستطيع |13- 02- 2016|ماعلاقة متلازمة توريت والبانداز بالتوحد
https: //muhammadsobeah.wixsite.com/wecan/single- post /2016/02/13/ ما علاقة- متلازمة- توريت- والبانداز- بالتوحد

33. صحيفة الاتحاد: ترجمة عزة يوسف: 21اغسطس2014: الباحثونيحددون اكثر من 35سبباً محتملاً للإصابة باضطراب التوحد/https: //www.alittihad.ae/articleamp/72913/2014 الباحثون- يحددون- أكثر- من- 35- سبباً- محتملاً- للإصابة- باضطراب- التوحد

34. Asher Ornoy, Weinstein- Fudim L, Ergaz Z (2015). "Prenatal factors associated with autism spectrum disorder (ASD)". *Reproductive Toxicology*. 56(155- 169. doi: 10.1016/j.reprotox.2015.05.007. PMID 26021712.

35. Betty R. Vohr, Elysia Poggi Davis, Christine A. Wanke and Nancy F. Krebs(2017). "Neurodevelopment: The Impact of Nutrition and Inflammation During Preconception and Pregnancy in Low- Resource Settings". *Pediatrics*(Review). 139 (1): 38- 49. doi: 10.1542/peds.2016-2828F. PMID 28562247

36. Mohtashem Samsam, Raheleh Ahangari, and Saleh A Naser(2014). "Pathophysiology of autism spectrum disorders: revisiting gastrointestinal involvement and immune imbalance". *World J Gastroenterol* (Review). 20 (29): 9942–9951. doi: 10.3748/wjg.v20.i29.9942. PMC 4123375. PMID 25110424.

37. كتابة محمد جوارنه- آخر تحديث: 11: 57 ، 22 أكتوبر 2018| https: //mawdoo3.com/ما_هي_علامات_طفل_التوحد

38. Monim H Al- Jiboori: تلوث الغلاف الجوي , 2015

39. Jung CR, Lin YT, Hwang BF (2018) Correction: Air Pollution and Newly Diagnostic Autism Spectrum Disorders: A Population- Based Cohort Study in Taiwan. PLOS ONE 13(8): e0202996.

40. حالة البيئة في العراق في 2017، وزارة البيئة

41. Rodkey FL, O9neal JD, Collison HA (1969) Oxygen and carbon monoxide equilibria of human adult hemoglobin at atmospheric and elevated pressure. Blood 33: 57–65.

42. Prockop LD, Chichkova RI (2007) Carbon monoxide intoxication: an updated review. J Neurol Sci 262: 122–130.

43. Karalliedde L, Keshishian C (2012) Carbon monoxide poisoning. In: Baker D, Karalliedde L, Murray V, Maynard R, Parkinson NHT, editors. Essentials of Toxicology for Health Protection: A Handbook for field professionals, 2nd edition. UK: Oxford University Press. pp. 157–167.

44. Zhang J, Piantadosi CA (1992) Mitochondrial Oxidative Stress after Carbon Monoxide Hypoxia in the Rat Brain. J Clin Invest 90: 1193–1199.

45. Thom SR (1990) Carbon monoxide- mediated brain lipid peroxidation in the rat. J Appl Physiol 68: 997–1003.
46. Bayram H, Sapsford RJ, Abdelaziz MM, Khair OA (2001) Effect of ozone and nitrogen dioxide on the release of proinflammatory mediators from bronchial epithelial cells of nonatopic nonasthmatic individuals and atopic asthmatic patients in vitro. J Allergy Clin Immunol 107: 287–294.
47. Tamagawa E, van Eeden SF (2006) Impaired lung function and risk for stroke. Chest 130: 1631–1633.
48. Banks WA, Farr SA, Morley JE(2002/2003) Entry of blood- borne cytokines in to the central nervous system: effects on cognitive processes. Neuroimmunomodu- lation 10: 319–327.
49. Block ML, Zecca L, Hong JS (2007) Microglia- mediated neurotoxicity: uncovering the molecular mechanisms. Nat Rev Neurosci 8: 57–69.
50. Rivas- Arancibia S, Dorado- Mart´ınez C, Colin- Barenque L, Kendrick KM, de la Riva C, et al. (2003) Effect of acute ozone exposure on locomotor behavior and striatal function. Pharmacol Biochem Behav 74: 891–900.
51. Pereyra- Mun˜oz N, Rugerio- Vargas C, Angoa- Pe´rez M, Borgonio- Pe´rez G, Rivas- Arancibia S (2006) Oxidative damage in substania nigra and striatum of rats chronically exposed to ozone. J Chem Neuroanat 31: 114–123.
52. Colo˜ A^ n- Barenque L, Avila- Costa MR, Fortoul T, Rugerio- Vargas C, Machado- Salas JP, et al. (1999) Morphologic alteration of the olfactory bulb after acute ozone exposure in rats. Neurosci Lett 274: 1–4.
53. Avila- Costa MR, Colo˜ A^ n- Barenque L, Fortoul TI, Machado- Salas P, Espinosa- Villanueva J, et al. (1999) Memory deterioration in an oxidative stress model and its correlation with cytological changes on rat hippocampus CA1. Neurosci Lett 270: 107–109.
54. Santiago- Lo´pez D, Bautista- Mart´ınez JA, Reyes- Hernandez CI, Aguilar- Mart´ınez M, Rivas- Arancibia S (2010) Oxidative stress, progressive damage in the substantia nigra and plasma dopamine oxidation, in rats chronically exposed to ozone. Toxicol Lett 197: 193–200.
55. Meng Z (2003) Oxidative damage of sulfur dioxide on various organs of mice: sulfur dioxide is a systemic oxidative damage agent. Inhal Toxicol 15: 181–195.
56. Beate Ritz′ Zeyan Liew, Qi Yan, Xin Cui, Jasveer Virk, Matthias Ketzel , Ole Raaschou- Nielsen (2018) Air pollution and Autism in Denmark, Environ Epidemiol. 2018 December ; 2(4): doi: 10.1097/EE9.0000000000000028..
57. Li X, Chauhan A, Sheikh AM, Patil S, Chauhan V, et al. (2009) Elevated immune response in the brain of autistic patients. J Neuroimmunol 207: 111– 116.

58. Karalliedde L, Keshishian C (2012) Carbon monoxide poisoning. In: Baker D, Karalliedde L, Murray V, Maynard R, Parkinson NHT, editors. Essentials of Toxicology for Health Protection: A Handbook for field professionals, 2nd edition. UK: Oxford University Press. pp. 157–167.

59. مجدي بدران يكتب لصحيفة اليوم السابع: الجديد في اضرار التدخين والاوتيزم: الثلاثاء 01اغسطس2017 https: //m.youm7.com/amp/2017/8/1/د- مجدى- بدران- يكتب- لليوم- السابع- الجديد- فى- أضرار- التدخين/3348138

60. Zoroglu SS, Armutcu F, Ozen S, Gurel A, Sivasli E, et al. (2004) Increased oxidative stress and altered activities of erythrocyte free radical scavenging Denmaenzymes in autism. Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci 254: 143–147.

61. Yorbik O, Sayal A, Akay C, Akbiyik DI, Sohmen T (2002) Investigation of antioxidant enzymes in children with autistic disorder. Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids 67: 341–343.

62. Volk HE, Hertz- Picciotto I, Delwiche L, Lurmann F, McConnell R (2012) Residential proximity to freeways and in the CHARGE study. Environ Health Perspect 119: 873–877.

63. James SJ, Rose S, Melnyk S, Jernigan S, Blossom S, et al. (2009) Cellular and mitochondrial glutathione redox imbalance in lymphoblastoid cells derived from children with autism. FASEB J 23: 2374–2383.

64. So ¨g˘u ¨t S, Zorog˘lu SS, O ¨ zyurt H, Yilmaz HR, Ozug˘urlu F, et al. (2003) Changes in nitric oxide levels and antioxidant enzyme activities may have a role in the pathophysiological mechanisms involved in autism. Clin Chim Acta 331: 111– 117.

65. Li X, Chauhan A, Sheikh AM, Patil S, Chauhan V, et al. (2009) Elevated immune response in the brain of autistic patients. J Neuroimmunol 207: 111– 116.

66. Enstrom A, Krakowiak P, Onore C, Pessah IN, Hertz- Picciotto I, et al. (2009) Increased IgG4 levels in children with autism disorder. Brain Behav Immun 23: 389–395.

67. Kelly FJ (2003) Oxidative stress: its role in air pollution and adverse health effects. Occup Environ Med 60: 612–616.

## الملاحق Appendixes

**ملحق رقم (1) الاستبانة**

استمارة استبانة للأطفال ذوي التوحد والأصحاء (عمر 4- 10سنوات)

أ- معلومات الطالب

الاسم:

العمر:

رقم الموبيل:

تاريخ الاستبانة:

اسم الشخص الذي يساعد بالاستبانة ودرجة القرابة:

ب- تقييم العجز

ما هو نوع الحالة؟

متى أول تشخيص؟

من شخص الحالة؟

نوع العلاج الذي يتناول حاليا؟

ج- السكن والمعيشة

عنوان السكن؟

نوع الغذاء ؟

وعدد الوجبات التي يتناولها؟

وصف كامل للغذاء اليومي

د- الاماكن المحيطة

هل احد أفراد العائلة مدخن؟

هل السكن قرب مخبز؟

هل السكن قرب محطة وقود؟

هل السكن قرب معمل صناعي؟

هل السكن قرب معرض سيارات؟

هل السكن قرب محرقة نفايات؟

هل السكن قرب نهر أو جدول؟

هل السكن قرب مولدة كهرباء ؟

ماهي اكثر الاماكن التي يرتادها؟ وأين موقعها؟

هـ- التكامل الحسي والنفسي

هل الطالب يتحسس للضوضاء؟

هل الطالب يتحسس للروائح والابخرة والدخان؟

هل الطالب عصبي؟

هل الطالب محبط؟

هل الطالب كئيب؟

هل الطالب يعاني صعوبة بالتذكر؟

هل الطالب يعاني صعوبة الترتيب والتنظيم؟

هل لديه اعراض أو أمراض معينة؟