

تأثير التعرض المهني لبعض المواد الصناعية (الايثيلين وايثيلين عالي الكثافة وايثيلين واطيء الكثافة) على معايير الدم للعاملين في معمل البتروكيمياويات في البصرة.

*سامي جبر المالكي *فائزة عبد الوهاب احمد***هبة ثاقب يسر

كلية التربية للعلوم الصرفة كلية التربية للعلوم الصرفة كلية التربية للعلوم الصرفة

[*Samialmaliki95@yahoo.com.au](mailto:Samialmaliki95@yahoo.com.au)

[**faiza_noorahmed@yahoo.com](mailto:faiza_noorahmed@yahoo.com)

[***hi_heba89@yahoo.com](mailto:hi_heba89@yahoo.com)

الخلاصة:

تهدف الدراسة الحالية الى تحديدالتاثيرات الناتجة عن التعرض المهني لبعض المواد الصناعية(الايثيلين والايثيلين عالي الكثافة والايثيلين واطيء الكثافة) بمايتعلق بالمعايير الدموية للعاملين في معمل البتروكيمياويات /البصرة.وقد اظهرت الدراسة الحالية للعاملين المعرضين لأكثر من 15 سنة وجود انخفاض معنوي في مستوى الهيموغلوبين Hb والحجم المضغوط لخلايا الدم الحمراء PCV عند مستوى احتمالية($p \leq 0.01$) وانخفاض في معدل حجم خلايا الدم الحمراء MCV وتوزيع الخلايا الحمراء RDW عند مستوى احتماليه ($p \leq 0.05$) مقارنة بمجموعة السيطرة في حين لم يكن عدد خلايا الدم الحمراء ومعدل هيموغلوبين الكريه MCH ومعدل تركيز هيموغلوبين الكريه MCHC منخفض معنويا . وفي مجموعة الاقل من 15 سنة اظهرت النتائج انخفاض معنوي في PCV عند مستوى احتمالية($p \leq 0.05$) وانخفاض معنوي في MCV عند ($p \leq 0.01$) وانخفاض في RDW عند ($p \leq 0.01$) في حين كان MCHC مرتفع معنويا عند($p \leq 0.01$) ولم تكن RBC,HB, PCV منخفضة معنويا كذلك. كما اظهرت نتائج العاملين المعرضين لاكثر من 15 سنة تعرض مهني انخفاض معنوي في عدد والنسبة المئوية لخلايا اللمفية عند مستوى الاحتمالية($p \leq 0.01$) مقارنة مع مجموعة السيطرة وانخفاض عدد الخلايا الوحيدة عند نفس مستوى الاحتمالية السابق في حين لم تكن النسبة المئوية للخلايا الوحيدة معنويه بينما كان عدد الخلايا الحبيبيه مرتفع معنويا عند ($p \leq 0.01$) ولم تكن كل من النسبة المئوية للخلايا الحبيبيه وعدد خلايا الدم البيضاء الكلي معنويوهيما يتعلق بالعاملين المعرضين لاقل من 15 سنة تعرض مهني فقد كان عدد والنسبة المئوية لخلايا الدم الوحيدة منخفض معنويا عند مستوى احتمالية ($P \leq 0.01$) مقارنة مع مجموعة السيطرة وارتفاع عدد ونسبة الخلايا الحبيبيه عند نفس مستوى الاحتمالية بينما كان عدد خلايا الدم البيضاء ونسبة وعدد خلايا اللمفية غيرمنخفضة معنويا. كما اظهرت النتائجانخفاض معنوي في عدد الصفائح الدموية ومعدل حجم وتوزيع الصفائح عند مستوى احتمالية($P \leq 0.01$) بينما كان الحجم المضغوط للصفائح غير معنوي في مجموعة العاملين المعرضين لاكثر من 15 سنة تعرض مهني وانخفاض في عدد الصفائح ومعدل حجم الصفائح عند مستوى($P \leq 0.01$) للمعرضين لاقل من 15 سنة بينما كان معدل توزيع الصفائح والحجم المضغوط للصفائح غير منخفضة معنويا.

وقد استنتجنا من ذلك ان التعرض للايثيلين بانواعه يسبب تغير في معايير الدم وذلك يعود الى سمية مواد الايضية (او كسيد الايثيلين والايثيلين كلايكلول) مما يسبب اضطرابات بصحة الانسان.

الكلمات المفتاحية: .الايثيلين،او كسيد الايثيلين ،الايثيلين كلايكلول ،معايير الدم،الانسان.

Effect of Occupational Exposure to some Industrial Materials (Ethylene, High-density Ethylene and Low-density Ethylene) on Blood Parameters of Worker in Petrochemical plant in Basra

***Sami J. Al-Maliki ** Faaza A.W.Ahmed *** Heba Th. Yser**

College of Education for Pure Science

***Samialmaliki95@yahoo.com.au**

****faiza noorahmed@yahoo.com**

*****hi heba89@yahoo.com**

Abstract

The current study was conducted to investigate the effects of occupational exposure to some industrial material (Ethylene, High-density ethylene and low-density ethylene) on blood parameters to workers in petrochemical plant in Basra we found significant decrease in hemoglobin, packed cell volume of worker exposure to more than 15 years on ($P \leq 0.01$) and in mean cell volume, red blood distribution width on ($p \leq 0.05$) compare with control group while red blood cell count and mean corpuscular hemoglobin, mean corpuscular hemoglobin concentration was not significant. on the group of less than 15 years the packed cell volume was significant decrease on ($p \leq 0.05$), mean cell volume decrease on ($P \leq 0.01$), decrease red blood distribution width on ($P \leq 0.01$) while mean corpuscular hemoglobin concentration was significantly increase on ($P \leq 0.01$) and red blood cell, hemoglobin, packed cell volume was not significant. in group of more than 15 years there is significant decrease in number and percentage of lymphocyte and number of monocyte on ($P \leq 0.01$) while the percentage of monocyte not significant, significant increase in number of granulocyte on ($P \leq 0.01$) while the percentage of monocyte and white blood cell count not significant. on the less than 15 years the number and percentage of monocyte significant decrease on ($P \leq 0.01$), significant increase in number and percentage of granulocyte on the same probability and the white blood cell count, number and percentage of lymphocyte was not significant. Also there is significant decrease in platelet count, mean platelet volume and platelet distribution width on ($P \leq 0.01$) while plateletcrit not significant in group of more than 15 years also significant decrease in platelet count, mean platelet volume on ($P \leq 0.01$) group of less than 15 years while platelet distribution width and plateletcrit was not significant. We concluded that exposure to ethylene and its kinds cause change in criteria for blood and it was due to the toxicity of metabolites (ethylene oxide and ethylene glycol) causing disorder to human health.

Key words: ethylene, ethylene oxide, ethylene glycol, human.

المقدمة

تتعرض الكائنات الحية ومنها الانسان الى العديد من المواد الكيميائية والتي تتحرر من مصادر مختلفة والتي تدخل الى جسم الكائن الحي بطرق مختلفة ايضا، العديد من تلك المواد لا تضر عندما تكون بشكل فردي او بتراكيز منخفضة ولكن يظهر تأثيرها عندما تكون ممزوجة بمواد اخرى حتى وان كانت بتراكيز منخفضة ولفترة طويلة مما يؤدي الى الاضرار بصحة الانسان والبيئة، تتنوع المنتجات البلاستيكية من حيث التركيب الكيميائي والخصائص والاستخدامات كما ان العديد من المواد الخطرة تتحرر من تلك المنتجات خلال مراحل انتاجها (Lithner, 2011).

تعرف البوليمرات البلاستيكية على انها جزيئات كبيرة الحجم لا يمكنها النفاذ عبر الاغشية الحيوية (Anastas *et al.*, 2000) ولكن بعض المونومرات المتبقية والمواد ذات الوزن الجزيئي الواسع والمحفزات والمذيبات يمكنها النفاذ وتسبب خطرا على صحة الانسان والبيئة وقد تكون تلك التأثيرات مطفرة او مسرطنة او سامه تكاثريا (Crompton, 2007) تستخدم البوليمرات البلاستيكية في العديد من الصناعات اذ من الممكن استخدام تلك المواد لمرة واحدة او استخدام قصير الامد كما ان معظم المواد البلاستيكية هي مقاومة للتحلل البيولوجي اي التحلل بواسطة الكائنات الحية الدقيقة منها بولي ايثيلين والبولي بروبيلين (Nicholson, 2006) ففي حالة بوليمر بولي ايثيلين فقط 0.1% من الكربون ضمن تركيبه يتحول الى ثنائي اوكسيد الكربون سنويا (Bonhomme *et al.*, 2003). يعد الايثيلين من الغازات الاوليفينية (gaseous olefin ethylene) وهو غاز عديم اللون قابل للاشتعال ذو رائحة حلوه، قليل الذوبان في الماء والايثانول والاسيتون والبنزين ولكنه يذوب تماما بثنائي ايثل ايثر (Diethyl ether IARC, 1994a) يتحول الايثيلين في اللبائن بواسطة فعالية سايتوكروم (Fennell *et al.*, 2004) p450 الى احد نواتجه الايضيه الفعاله وهي اوكسيد الايثيلين (Ethylene oxide (EO) والذي يعتبر مطفر ومسرطن في جميع الانظمة البيولوجيه (Melnick, 2002) وهو ايثر حلقي بسيط شديد الفعاليه وتتعدد نواتجه الوسيطيه بسبب سهوله فتح حلقة الدائرية (Bernardo & Clarizia, 2011) ينتج اوكسيد الايثيلين صناعيا من الاكسدة المباشرة للايثيلين بالهواء او بوجود الاوكسجين والفضه كعامل محفز (Dever, *et al.*, 2004).

يمكن للانسان ان يتعرض لاوكسيد الايثيلين اما استنشاقيا من خلال وجوده في المحيط الجوي او من خلال تدخين السجائر اذ يوجد في كل سيجارة حوالي 7mg من اوكسيد الايثيلين (IARC, 2004) او من خلال وجوده في التوابل وبعض الاطعمه (Fowles *et al.*, 2001) كما يتحرر من احتراق الوقود الاحفوري Fossil fuels ولكن بكميات قليلة جدا (WHO, 2003) وقد يتعرض المرضى في المستشفيات لاوكسيد الايثيلين خصوصا ذوي غسيل الكلى عند تعقيم الادوات به (Canaud, 2002) والايثيلين كلاكول وهو المركب الناتج من التحلل المائي hydrolytic product لاوكسيد الايثيلين (ACGIH, 2001) ويستخدم عادتا كعامل مضاد للتجميد في انظمة التدفئة والتبريد (HSDB, 1996) وفي نظم الفرامل الهيدروليكية وكمعصر في المكثفات الكهربائية وكمعامل مذيب للاصباغ وفي صناعة البلاستيك وفي حبر الاقلام وحبر الطابعه وصناعة بعض الالياف الصناعية مثل (SRI, 2003; Marraffa *et al.*, 2008) (Terylene and Dacron) وفي صناعة الشمع ومستحضرات الجلد والمنكهات ومحطات صناعة الاسفلت وفي صبغ الخشب والجلود كما يستخدم كسائل لازالة الجليد عن مدارج الطائرات (US EPA, 2000; CARB, 1999).

التعرض المهني للمواد الكيميائية الصناعية Occupational Exposure to industrial chemicals

ان الطرق الرئيسية لتعرض العاملين في الصناعات البلاستيكية للمواد الكيميائية مثل الايثيلين والايثيلين عالي الكثافة والايثيلين الواسع الكثافة يكون من خلال الاستنشاق والامتصاص (Lokensgard & Richardson, 2004) وذلك يعود الى ان غالبية المواد التي تدخل في صناعة البلاستيك هي مواد عضويه طيارة والتي تنبعث خلال الانتاج وكذلك عند الاستخدام وهذا يؤدي الى تلوث الهواء في الاماكن المغلقة وبالتالي الاضرار بصحة الانسان كتهيج الجهاز التنفسي و تقادم امراض الربو

وسرطان الرئة وتلف رئوي دائم وتؤثر على الجهاز المناعي كما ان تلك المواد المتطايرة من صناعة البلاستيك تؤثر على طبقة الاوزون مسببة الضرر للغطاء النباتي كما انها تسبب كسور في اشرطة الحامض النووي DNA وتشكل مايسمى DNA adducts وظفرات جينيه وتشوهات كروموسومية وتبادلات في الكروماتيدات الشقيقة (Adam, 2005 ; US EPA, 2011). لاحظ (Schulte *et al.*, 1995) حدوث انخفاض في الهيموغلوبين والهيماتوكريت بين 59 من العاملات في مستشفيات الولايات المتحدة والمكسيك نتيجتا للتعرض الى تسرب من اوكسيد الايثيلين (32ppm) المستخدم كمعقم ولمدة اربعة اشهر. اشار (IUCLID, 2000) في دراسته على ذكور واناث الجرذان المعرضه لايثيلين كلايكول بجرعة 4% و 2% بماء الشرب لمدة 10 ايام و 90 يوم الى حدوث انخفاض معنوي في HB, HCT, RBC, WBC مقارنة بمجموعة السيطرة.

اشار (Shaham *et al.*, 2000) من خلال دراسته على 47 من العاملين في المستشفيات المعرضين لمستويات واطئه من اوكسيد الايثيلين لمدة 6.6 سنة الى حدوث ارتفاع معنوي في المعدل العدد المطلق لخلايا الدم البيضاء الحامضيه والوحيدة وانخفاض في خلايا اللمفوسايت وارتفاع في عدد الكلي لكريات الدم الحمراء ونسبة الهيماتوكريت وانخفاض في عدد الصفائح مقارنة مع مجموعة السيطرة من غير المعرضين. كما بين (Tompa *et al.*, 2006) ان التعرض الى غاز اوكسيد الايثيلين يسبب التغيير في معدل خلايا اللمفوسايت وربما يؤدي الى تغيير في فعاليتها لذا فان نتائج الاختبارات المناعية تعد دليل لتقييم مدى التعرض (Kamel *et al.*, 2011).

قام (AL-Kushi, 2013) بدراسة تاثير اعطاء ايثيلين كلايكول فمويا للجرذان اذ قسمت الحيوانات الى اربع مجاميع المجموعة 1 كانت سيطرة ولم تعطى اي شيء، المجموعة 2, 3, 4 وقد اعطيت زيت حبة البركة *Nigella sativa* (40mg/kg) oil، (0.1ml/kg) من ايثيلين كلايكول وايثيلين كلايكول والزيت على التوالي ولمدة سبعة ايام متواصله، وقد تم قتل ماتبقى من الحيوانات في اليوم الثامن وكانت النتائج ان 30% من الحيوانات ماتت بسبب التأثير السمي لايثيلين كلايكول وارتفاع عدد والنسبه المنويه للخلايا الوحيدة وكبح نخاع العظم وانخفاض كريات الدم البيضاء والحمراء الصفائح و انخفاض الهيموغلوبين والهيماتوكريت في المجموعة المعطاة ايثيلين كلايكول فقط بينما لم تظهر تاثيرات سمية في بقية المجاميع. كثيرا ما يتعرض الانسان للمواد الكيميائية الصناعية التي تدخل في صناعة الادوات البلاستيكية سواء كان ذلك نتيجة للتعرض المهني او عند استخدامها من قبل المستهلك ونظرا لتاثيراتها على صحة الانسان فان الدراسة الحالية تهدف الى معرفة تاثير التعرض المهني للعاملين في معمل البتروكيمياويات للايثيلين بنوعيه عالي وواطيء الكثافة على معايير الدم.

المواد وطرائق العمل

2.1 عينة الدراسة Sample of study

تم جمع 100 عينة دم من العاملين الذكور في معمل البتروكيمياويات في محافظة البصرة والمعرضين للايثيلين والايثيلين عالي الكثافة والايثيلين واطيء الكثافة باعتبارها (مجموعه التجربه) و100 عينة دم اخرى منالذكور غير المعرضين لتلك المواد من منتسبي جامعة البصرة باعتبارها (مجموعة سيطرة) .

2.2 تقسيم العينات

تم تقسيم العينات على اساس مدة التعرض المهني الى مجموعتين مجموعة الاكثر من 15 سنة تعرض مهني ومجموعة الاقل من 15 سنة لكل من مجموعة التجربة والسيطرة ثم تم جمع 2ml من عينات الدم لفحص معايير الدم .

2.3 قياس معايير دم

تضمن هذا الجانب اختبار تأثير بعض المواد الصناعية في تعداد كريات الدم الحمر (RBC) وحجم الدم المضغوط (PCV) وخضاب الدم (Hb) ومعدل حجم كريات الدم الحمر (MCV) ومعدل هيموغلوبين الكرية (MCH) ومعدل تركيز هيموغلوبين الكرية (MCHC) ومعدل توزيع خلايا الدم الحمراء (RDW) والعدد الكلي لخلايا الدم البيضاء (WBC) والنسبة المئوية وعدد الخلايا اللمفية والنسبة المئوية وعدد للخلايا الوحيدة والنسبة المئوية وعدد الخلايا الحبيبية وعدد الصفائح الدموية (PLT) ومعدل توزيع الصفائح (PDW) ومعدل الحجم المضغوط للصفائح (PCT) ومعدل حجم الصفائح (MPV). باستخدام جهاز Coulter horiba في قسم علوم الحياة / كلية التربية للعلوم الصرفة.

2.4 التحليل الاحصائي

أستعمل تحليل التباين (ANOVA) Analysis of variance في تحليل البيانات إحصائياً و اختبرت المعنوية بين المعدلات باستعمال اختبار اقل فرق معنوي المعدل Revised Least a Significant Difference (R.L.S.D) عند مستوى الاحتمال $P \leq 0.01$ بواسطة برامج الحاسوب. Statistical Package for the Social Sciences (SPSS₁₉)

٣. النتائج

يبين الجدول (2,1) نتائج تأثير التعرض لبعض المواد الصناعية (الايثلين، الايثلين، عالي الكثافة وايتلين واطيء الكثافة) للعاملين في معمل البتر وكيمياء ومقسما على اساس سنوات التعرض ، وقد اوضحت النتائج عند التعرض لاكثر من (15 سنة) سجلت انخفاضا معنويا في مستوى هيموغلوبين الدم HB وحجم خلايا الدم الحمراء المضغوطة PCV لدى العاملين في المعمل وعند مستوى احتماليه ($P \leq 0.01$) مقارنة مع مجموعة السيطرة ولكنها ضمن الحدود الطبيعية.

وانخفاضا معنويا في معدل حجم كريات الدم الحمر MCV وتوزيع كريات الدم الحمراء (RDW) لدى العاملين في معمل البتر وكيمياء ومعدل هيموغلوبين الكرية MCHC ومعدل تركيز هيموغلوبين الكرية MCHC غير منخفضة معنويا.

وقد اظهرت نتائج تعرض العاملين لاقل من (15 سنة) انخفاضا معنويا في حجم خلايا الدم الحمراء المضغوطة وعند مستوى معنويه ($p \leq 0.05$) مقارنة مع مجموعة السيطرة وانخفاضا في معدل حجم كريات الدم الحمراء و توزيع كريات الدم الحمراء عند مستوى معنويه ($P \leq 0.01$) وارتفاعا معنويا في معدل تركيز هيموغلوبين الكرية عند مستوى معنوي ($P \leq 0.01$) في حين لم يكن عدد كريات الدم الحمراء ومستوى الهيموغلوبين ومعدل هيموغلوبين الكرية منخفض معنويا.

معدل توزيع كريات الدم الحمراء (RDW%)	معدل تركيز هيموغلوبين الكرية (MCHC - g/dL)	معدل هيموغلوبين الكرية (MCH - pg)	معدل حجم الكرية (MCV- μm^3)	تركيز الهيموغلوبين (Hb - g/dL)	حجم كريات الدم الحمراء المنضغطة (PCV%)	كريات الدم الحمراء (RBC $\times 10^5/\text{mm}^3$)	المعايير المجاميع
14.307 \pm 5.60 7	31.794 \pm 1.58 1	27.373 \pm 1.80 4	87.43 \pm 4.2 1	14.777 \pm 2.01 0	47.267 \pm 5.959	5.415 \pm 0.715	(مجموعة السيطرة)
b 10.633 \pm 0.94 1	31.633 \pm 0.94 1	26.933 \pm 2.99 7	b 80.03 \pm 7.7 3	a 14.011 \pm 1.23 2	a 44.267 \pm 3.44 45	5.246 \pm 0.545 7	مجموعة العاملين المعرضين
S	N.S	N.S	S	S	S	N.S	sig

a فروقات معنوية عند مستوى احتمالية $p \leq 0.01$ b فروقات معنوية عند مستوى احتمالية $p \leq 0.05$ تعني فروقات معنوية عند مستويات احتمالية مختلفة

جدول (1) مستويات معايير الدم المختلفة للعاملين المعرضين للمواد المدروسة لأكثر من 15 سنة (n=70)

(المعدل \pm الخطأ القياسي)

معدل توزيع كريات الدم الحمراء (RDW%)	معدل تركيز هيموغلوبين الكرية (MCHC - g/dL)	معدل هيموغلوبين الكرية (MCH - pg)	معدل حجم الكرية (MCV- μm^3)	تركيز الهيموغلوبين (Hb - g/dL)	حجم كريات الدم الحمراء المنضغطة (PCV%)	كريات الدم الحمراء (RBC $\times 10^5/\text{mm}^3$)	المعايير المجاميع
13.387 \pm 0.85 0	30.763 \pm 2.16 4	27.420 \pm 1.79 4	89.790 \pm 4.02 2	13.9766 \pm 0.7 16	45.917 \pm 1.84 6	5.125 \pm 0.3 17	(مجموعة السيطرة)
a 12.723 \pm 0.64 4	a 38.156 \pm 0.90 1	27.640 \pm 2.65 3	a	14.230 \pm 0.985	b 44.517 \pm 2.92 0	5.222 \pm 0.5 13	مجموعة العاملين المعرضين

			81.067±6.57 0				
S	S	N.S	S	N.S	S	N.S	sig

a فروقات معنوية عند مستوى احتمالية $p \leq 0.01$ b فروقات معنوية عند مستوى احتمالية $p \leq 0.05$ تعني فروقات معنوية عند مستويات احتمالية مختلفة

جدول (2): مستويات معايير الدم المختلفة للعاملين المعرضين للمواد المدروسة لاقبل من 15 سنة (n=30) (المعدل±الخطأ القياسي)

يوضح الجدول (3 و4) نتائج تأثير التعرض لبعض المواد الصناعية (الايثيلين، ايثيلين عالي الكثافة وايبيلين واطيء الكثافة) لدى العاملين في معمل البتروكيمياويات عند التعرض لأكثر من (15 سنة) والتي اظهرت عدم ظهور فروقات معنوية في العدد الكلي لخلايا الدم البيض بين المعرضين ومجموعة السيطرة. بينت النتائج الخاصة بالنسبة المئوية وعدد الخلايا اللمفية انخفاضا معنويا لدى العاملين المعرضين وعند مستوى احتماليه ($p \leq 0.01$) مقارنة بمجموعة السيطرة.

كما اوضحت النتائج حصول انخفاض معنوي في عدد الخلايا الوحيدة لدى العاملين المعرضين وعند مستوى احتماليه ($p \leq 0.01$) مقارنة مع مجموعة السيطرة لكنها ضمن الحدود الطبيعية بينما لم تصل النسبة المئوية للخلايا الوحيدة الى مستوى المعنوية. وفيما يتعلق بالخلايا الحبيبية فقد كانت النسبة المئوية مرتفعة معنويا عند مستوى احتماليه ($p \leq 0.01$) للعاملين المعرضين مقارنة مع مجموعة السيطرة ولكنها عند الحدود الطبيعية بينما لم يصل عدد الخلايا الحبيبية الى مستوى الاختلاف المعنوي.

وقد اظهرت نتائج العاملين المعرضين الى اقل من (15 سنة) ان كلا من عدد كريات الدم البيضاء وعدد ونسبة الخلايا اللمفية غير منخفضة معنويا في حين كان عدد ونسبة الخلايا الوحيدة منخفضة معنويا وعند مستوى ($p \leq 0.01$) للعاملين المعرضين مقارنة مع مجموعة السيطرة ولكنها ضمن الحدود الطبيعية. كما اظهرت النتائج ارتفاعا معنويا للنسبة المئوية وعدد الخلايا الحبيبية وعند مستوى احتماليه ($p \leq 0.01$) مقارنة مع مجموعة السيطرة.

a فروقات معنوية عند مستوى احتمالية $p \leq 0.01$ sig تعني فروقات معنوية عند مستويات احتمالية مختلفة

جدول (3) مستويات العدد الكلي والتفريقي لكريات الدم البيض للعاملين المعرضين للمواد المدروسة لأكثر من 15 سنة (n=70) (المعدل±الخطأ القياسي)

عدد الخلايا الحبيبية ($\times 10^3/\text{mm}^3$)	الخلايا الحبيبية (%)	عدد الخلايا الوحيدة ($\times 10^3/\text{mm}^3$)	الخلايا الوحيدة (%)	عدد الخلايا اللمفية ($\times 10^3/\text{mm}^3$)	الخلايا اللمفية (%)	العدد الكلي لخلايا الدم البيض ($\times 10^3/\text{mm}^3$)	المعايير المجمع
3.561±1.152	55.480± 8.414	0.616±0.271	8.396± 2.096	2.876±0.874	36.4500±6.512	6.71333±1.810	(مجموعة السيطرة)

a 4.473±1.329	b 60.240± 7.631	a 0.383±0.144	a 6.150±1.709	7.623±8.790	33.611± 6.938	7.2000±1.827	مجموعة العاملين المعرضين
S	S	S	S	N.S	N.S	N.S.	R.L.S.D.

b فروقات معنوية عند مستوى احتمالية $pa \leq 0.05$ فروقات معنوية عند مستوى احتمالية $p \leq 0.01$ فروقات معنوية عند مستويات احتمالية مختلفة

جدول (4) مستويات العدد الكلي والتفريقي لكريات الدم البيض للعاملين المعرضين للمواد المدروسة لاقبل من 15 سنة على معايير الدم (n=30) (المعدل±الخطأ القياسي)

بينت نتائج الدراسة الحالية للعاملين المعرضين لأكثر من (15 سنة) والموضحة في الجدول (5 و6) انخفاض معنوية في أعداد الصفائح الدموية و معدل حجم الصفائح وتوزيع الصفائح (PDW) لدى العاملين المعرضين عند مستوى احتماليه (p ≤ 0.01) مقارنة مع مجموعة السيطرة ولكنها ضمن الحدود الطبيعية بينما لم تظهر فروقات معنوية في (PCT). وفي حالة تعرض العاملين لاقبل من (15 سنة) اظهرت النتائج انخفاض معنوية في عدد الصفائح الدموية ومعدل حجم الصفائح عند مستوى (p ≤ 0.01) في حين لم تظهر فروقات معنوية لتوزيع الصفائح و (pct) للعاملين المعرضين مقارنة مع مجموعة السيطرة.

معدل حجم الصفائح MPV	PCT%	توزيع الصفائح PDW%	الصفائح الدموية (×10 ³ /mm ³)	المعايير المجاميع
9.353±1.1929	0.227± 0.0467	14.944± 0.9450	254.99±88.972	(مجموعة السيطرة)
a 8.716±1.3296	0.217± 0.1001	a 14.081± 2.3405	a 241.27± 56.295	مجموعة العاملين المعرضين
S	N.S.	S	S	Sig

a فروقات معنوية عند مستوى احتمالية $p \leq 0.01$ تعني فروقات معنوية عند مستويات احتمالية مختلفة

جدول (5) مستوى الصفائح الدموية ومعاييرها للعاملين المعرضين للمواد المدروسة لأكثر من 15 سنة (n=70)
(المعدل±الخطأ القياسي)

معدل حجم الصفائح MPV	PCT%	توزيع الصفائح PDW%	الصفائح الدموية (×10 ³ /mm ³)	المعايير المجاميع
10.0600±1.1146	0.2199± 0.0477	14.456± 0.9877	264.53± 72.493	مجموعة السيطرة
a 8.2900±0.7879	0.2128± 0.0398	14.306± 0.9698	222.07±37.723	مجموعة العاملين المعرضين
S	N.S.	N.S.	S	Sig

a فروقات معنوية عند مستوى احتمالية $p \text{ sig} \leq 0.01$ تعني فروقات معنوية عند مستويات احتمالية مختلفة

جدول (6) مستوى الصفائح الدموية ومعاييرها للعاملين المعرضين للمواد المدروسة لأقل من 15 سنة (n=30)
(المعدل±الخطأ القياسي)

المناقشة

أظهرت نتائج الدراسة الحالية للعاملين المعرضين لأكثر من (15) سنة تعرض مهني حدوث انخفاض في حجم خلايا الدم الحمر المضغوطة (PCV) وتركيز الهيموغلوبين (Hb) ومعدل حجم كريات الدم الحمر (MCV) وتوزيع كريات الدم الحمر (RDW) بينما لم يصل الانخفاض في اعداد كريات الدم الحمراء (RBC) ومتوسط تركيز الهيموغلوبين (MCH) الى مستوى المعنوية كما أظهرت النتائج للعاملين المعرضين لأقل من (15) سنة تعرض مهني انخفاض معنوي في

(PCV,MCV,RDW) في حين كان مستوى (MCH) مرتفع معنويا بينما لم يصل الانخفاض في (RBC,HB,MCHC) الى مستوى المعنوية.

وقد يعزى سبب الانخفاض في نسبة الهيموغلوبين(HB) وحجم الخلايا المضغوطة(PCV) في كلا المجموعتين الى مايسببه الايثيلين كلايكول من تأثيرات على الكلى باعتبارها موقع افراز هرمون الايرثروبويتين تتضمن تدمير انسجة الكلى والفشل الكلوي وانحطاط في الطبقة الاندوثيلية لنبيبات الكلى (Corley *et al.*, 2008 ; Li & McMartin, 2009) اذ ان فقدان البرنكايا الوظيفية للكلية ينتج عنها ضرر في تخليق هرمون الايرثروبويتين (Ge *et al.*, 2002) اذ ينتج هذا الهرمون في الانسان البالغ والطفل من قبل الخلايا البينية لنبيبات الكلية (Smith *et al.*, 2008 ; Chateauvieux *et al.* ; 2011) اذ يعد هرمون الايرثروبويتين الهرمون الرئيسي لعملية تكوين خلايا الدم الحمراء وبدونه فان عملية التكوين او التخليق لا تحدث فعند ظروف نقص الاوكسجين hypoxic condition تقوم الكلية بتصنيع وافراز هذا الهرمون لزيادة عملية تكوين خلايا الدم من خلال استهداف Colony-Forming Unit-Erythroid(CFU-E) ويظهر تأثير الايرثروبويتين عند ارتباطه بمستقبله Erythropoietin Receptor(EpoR) والموجود في نخاع العظم وسطح سلف خلايا الدم الحمراء وانسجة الدم المحيطي والجهاز العصبي(Alnaeeli *et al.*, 2012) اذ يحفز اسلاف خلايا الدم الحمراء التي تتواجد في نخاع العظم على النمو والانقسام لتكوين خلايا Reticulocytes التي تتطور فيما بعد الى خلايا دم حمراء ناضجة (mature red blood cell) (Tsiftoglou *et al.*, 2009 ; Spaan *et al.*, 2013) اذ اشار كل من Hsu *et al.*(2001) و Elliott (2008) الى انخفاض في مستوى الهيموغلوبين والهيماتوكريت عند الاصابة بأمراض الكلى المزمنة.

وربما يعود سبب الانخفاض في مستوى الهيموغلوبين والحجم المضغوط للكليه ومعدل توزيع ومعدل حجم خلايا الدم الحمراء الى تراكم سموم اليوريا uremic toxins فقد وجدنا من خلال دراستنا الحالية ارتفاع مستوى اليوريا وحامض اليوريك للعاملين المعرضين ضمن فترتي الاكثر والاقل من 15 سنة تعرض مهني فقد اشار كل من Tong&Nissenson (2001) و Bonomini & Sirolli (2003) ان تراكم سموم اليوريا تكبح انتاج خلايا الدم الحمراء في نخاع العظم من خلال عدم انتاج كمية كافية من هرمون الايرثروبويتين من قبل الكلى لذا فان الخلايا التي تخلق تكون قصيرة العمر كما قد تسبب تشوه او تحطم في غشاء البلازما المحيط بخلايا الدم الحمراء مما يجعل الخلايا تميل الى التحطم بالاضافة الى تسببها بالاخلال بايض الحديد مما ينتج عنه عدم توفر كمية كافية من الحديد وبالتالي انخفاض مستوى الهيموغلوبين (Kruse *et al.*, 2008) فقد اشار كل من Weiss & Goodnough (2005) و Mainous *et al.*(2011) من خلال دراستهم على الانسان ان هنالك علاقة طردية بين ارتفاع مستوى حامض اليوريك في مصل الدم وزيادة مستوى الفيريتين Ferrtini مما يؤدي الى انخفاض في مستوى الهيموغلوبين مقارنة بمجموعة السيطرة .وقد يكون الانخفاض في مستوى الهيموغلوبين والحجم المضغوط للكليه ومعدل توزيع ومعدل حجم خلايا الدم الحمراء الى تأثير الجذور الحرة Free radical والاجهاد التاكسدي Oxidative stress اذ اشارت Pareta *et al.* (2010) ان التعرض للايثيلين كلايكول يسبب توليد الجذور الحرة والاجهاد التاكسدي والتي بدورها تسبب اكسدة الدهون والبروتينات في الاغشية البلازمية لكريات الدم الحمراء وزيادة نفاذيتها وتحرر الهيموغلوبين الى البلازما كما يسبب الاجهاد التاكسدي تأثيرات على كريات الدم الحمراء تتضمن تقصير اعمار الخلايا وانحلالها وانخفاض

اعدادها (Yoshihito *et al.*, 2010) فقد اشار (Pandey *et al.* (2009) بان الاجهاد التاكسدي يسبب اكسدة البروتينات والدهون في غشاء خلايا الدم الحمراء مما يسبب تقصير عمرها وهذا مالم ينطبق مع دراستنا اذ كانت اعداد خلايا الدم الحمراء ضمن الحدود الطبيعية كما قد يكون انخفاض مستوى الهيموغلوبين والحجم المضغوط للخلية نتيجة الى انخفاض في حجم خلايا الدم الحمراء وهذا ما توصلنا اليه في نتائجنا.

يعد نخاع العظم المصنع الاساسي لخلايا الدم الحمراء فقد يكون انخفاض مستوى الهيموغلوبين والحجم المضغوط للخلية ومعدل توزيع ومعدل حجم الخلايا الحمراء الى ما يسببه اوكسيد الايثيلين من تاثيرات خلوية تتمثل بتشوهات كروموسومية في خلايا نخاع العظم وتبدلات للكروماتيدات الشقيقة في خلايا الدم الحمراء للانسان والحيوانات المختبرية عند التعرض التي تعد دليلا لتضرر الحامض النووي DNA (Diab *et al.*, 2012; Garcia *et al.*, 2001) فقد اشار (Boffetta *et al.* (2006) في دراسته على الانسان الى ان التشوهات الكروموسومية في خلايا نخاع العظم تعد دليل لحدوث خلل او ضرر وراثي في لمفوسايت الدم المحيطي كما وجد (Donner *et al.* (2010) من خلال دراسته على الفئران المعرضه لاوكسيد الايثيلين استنشاقيا حدوث تشوهات كروموسومية في لمفوسايت الدم المحيطي وقد يكون سبب الانخفاض في مستوى الهيموغلوبين ومعدل الهيموغلوبين في الكرية الى ما يسببه اوكسيد الايثيلين من الكلة لجزيئات ال DNA و RNA والبروتينات والهيموغلوبين عند تعرض الانسان والقوارض (WHO, 2003;Huang *et al.*, 2011;Wu *et al.*, 2011) مما يؤدي الى خفض انتاج البروتينات ومنها الكلوبين او من خلال احداث خلل في التخليق الحيوي للحديد في نخاع العظم (Garzon *et al.*, 2009).

وربما يعود الانخفاض في مستوى الهيموغلوبين والحجم المضغوط للخلايا ومعدل توزيع ومعدل حجم الخلايا الحمراء الى ما يسببه اوكسيد الايثيلين من انخفاض في فعالية الكلوتاتايون فقد اشار (Fujishiro *et al.* (1991) في دراسته على ذكور الجرذان المعرضة لاوكسيد الايثيلين استنشاقيا الى ان اوكسيد الايثيلين يسبب انخفاض في فعالية الكلوتاتايون كما ذكر (Deponte (2013 ان الكلوتاتايون يلعب دورا مهما في حماية الهيموغلوبين وخلايا الدم الحمراء واغشية الخلايا من الاضرار الناتجة عن الاكسدة اذ وجد (Huang *et al.* (2002) في دراسته على الجرذان المعرضة فمويا للايثيلين كلايكول بانه يسبب ارتفاع معنوي في تشكل الجذور الحرة والاجهاد التاكسدي مما يسبب اكسدة الدهون في الاغشية البلازمية لخلايا الدم الحمراء وفقدان وظيفتها مما قد يسبب تحرر الهيموغلوبين اذ تعد خلايا الدم الحمراء حساسة جدا لتاثيرات الاجهاد التاكسدي وذلك بسبب عدم قدرتها على اصلاح الضرر او التلف الحاصل في مكوناتها كما في البروتينات من خلال اعادة التخليق (Santoset *et al.*, 2001). وربما يكون ارتفاع معدل تركيز الهيموغلوبين في الكرية في مجموعة العاملين المعرضين لاقبل من 15 سنة تعرض مهني الى مايسببه اوكسيد الايثيلين من تاثيرات على الحامض النووي DNA سبق ان تم ذكرها مما يسبب اختلال في فعالية انقسام خلايا erythroblast نتيجة لتثبيط تخليق DNA .

كما اظهرت نتائج دراستنا عن حدوث انخفاض معنوي في عدد ونسبة خلايا اللمفوسايت و عدد خلايا المونوسايت بينما كانت النسبة المئوية للخلايا الحبيبية مرتفعة معنويا في مجموعة العاملين المعرضين لاقبل من 15 سنه تعرض مهني بينما اظهرت مجموعة العاملين المعرضين لاقبل من 15 سنة انخفاض معنوي في عدد والنسبة المئوية لخلايا المونوسايت وارتفاع معنوي في عدد والنسبة المئوية للخلايا الحبيبية. اشار (Shaham *etal.*,2000) في دراسته على العاملين المعرضين لاوكسيد الايثيلين

تعرضا استنشاقيا 0.01-0.06ppm حدوث ارتفاع في العدد المطلق لخلايا المونوسايت والهامضيه وانخفاض في عدد اللمفوسايت وارتفاع في مستوى الحجم المضغوط للخليه وعدد كريات الدم الحمراء وانخفاض في عدد الصفائح مقارنة مع مجموعة السيطرة وهذا لاينطبق مع ماتوصلنا اليه في نتائجنا عدا انخفاض عدد خلايا اللمفوسايت والصفائح الدمويه فقد كانت مطابقا.ربما يكون الارتفاع في خلايا الدم البيضاء الحبيبية وانخفاض الخلايا اللمفاوية الى ما يسببه الايثيلين كلايكول من التهابات في الكبد والكلية وانسجة اخرى اذ اشار Alex et al.(2013) و Kanakavalliet al. (2013) في دراسته الى ان تعرض الحيوانات المختبرية للايثيلين كلايكول سواء كان استنشاقيا او فمويا يسبب التهاب في الكبد والكلية مما يؤدي الى ارتفاع في عدد الخلايا الحبيبية كوسيلة دفاعية او نتيجة لما يسببه الايثيلين كلايكول من تشكل مستويات مرتفعة من ROS والاجهاد التأكسدي والذي بدوره يسبب زيادة اعداد الملتهامات والخلايا المتعادلة وحصول الالتهابات ونقل الخلايا الى الانسجة مما يسبب ارتفاع خلايا الدم البيض التي تعد دليل على حصول الالتهابات, Naoko & Hisataka, (2006 ; Alpay et al., 2006) (2007) وربما يعود الانخفاض في خلايا المونوسايت كاستجابة لتحرر السموم في الدم او ضرر في نخاع العظم باعتبارها تنشأ او تصنع منه (Swirski et al., 2009) وقد اشار schulte et al. (1995) الى انخفاض في عدد خلايا اللمفوسايت للعاملين المعرضين لأكسيد الايثيلين لمدة اربعة اشهر كمعقم وقد كان هذا مطابق لما تم التوصل اليه في دراستنا الحالية وقد بين Tompa et al. (2006) بان تعرضا لانسان لأكسيد الايثيلين قادر على احداث تغيرات في عدد وفعالية خلايا اللمفوسايت . كما اظهرت نتائج الدراسة الحالية انخفاض معنوي في عدد الصفائح الدموية ومعدل حجم الصفائح في كلا المجموعتين وانخفاض في معدل توزيع الصفائح في مجموعة المعرضين لاكثر من 15 سنة تعرض مهني في حين كان غير معنوي في مجموعة المعرضين لاقل من 15 سنة بينما كان حجم الصفائح المضغوط غير معنوي في كلا المجموعتين.ربما يعود الانخفاض في عدد الصفائح الدموية الى الحساسية المناعية Immunological sensitization لنخاع العظم تجاه اوكسيد الايثيلين عند التعرض لفترة طويلة مسببا كبح تدريجي للصفائح وخلايا اللمفوسايت وهذا مطابق لماتوصل اليه Ayn et al. (2009) في دراسته على الذكور من العاملين المعرضين لأكسيد الايثيلين كمعقم لمدة 6 سنوات من حيث انخفاض عدد الصفائح الدموية وخلايا اللمفوسايت مقارنة بمجموعة السيطرة . وفي دراسة على العاملين المعرضين لأكسيد الايثيلين في معمل لتصنيع ادوات التعقيم في مصر وجد Kamel et al. (2011) انخفاضا في عدد الصفائح الدموية للعاملين مقارنة بمجموعة السيطرة وهذا مطابق لما تم التوصل اليه في الدراسة الحالية.

وقد يعود الانخفاض في عدد الصفائح ومعدل حجم الصفائحMPV للعاملين المعرضين لأكسيد الايثيلين نتيجة لحدوث فقر الدم اللاتنسجي plastic anemia فقد وجد Besa (2011) في دراسته على الانسان بان التعرض للمواد الكيميائية المشتقة من منتجات البترول او الفحم مثل اوكسيد الايثيلين يعد مسبب للاصابة بهذا النوع من فقر الدم او قد يكون الانخفاض بسبب الفشل الكلوي المزمن chronic renal failure فقد اشار Li & McMartin (2009) الى ان التعرض للايثيلين كلايكول يؤدي الى الاصابة بأمراض الكلى المزمنة والفشل الكلوي.

المصادر

- (ACGIH,2001).American Conference of Governmental Industrial Hygienists.Ethylene glycol.In:Documentation of the threshold limit values for chemical substances,7th ed,Cincinnati,OH.
- (CARB,1999).California Air Resources Board.Air toxics emissions data collected in the air toxics hot spots program CEIDARS Database as of January 29.www.arb.ca.gov.
- (U.S.EPA,2000).Office of water,"Preliminary Data Summary-Airport Deicing Operations".EPA 821-R-00-001.
- Adam, et al. (2005). Increased genotoxic susceptibility of breast epithelial to ethylene oxide. *Mutat. Res.* 585;120-126.
- Alex,M,Varghese,MV,Abhilash,M,Paul,MVS.Effect of astaxanthin on ethylene glycol induced nephrolithiasis. *IOSR J Pharm&Biol Sci(IOSR-JPBS)*,7,1,42-47,2013.
- AL-Kushi,AG.Efficient of Ethylene Glycol-Induced Toxicity with *NIGELLA SATIVA* oil in rat .*Asian J Natu&Appli Sci*,2,4,105-115,2013.
- Alnaeel,et al.(2012).Erythropoietin in brain development and beyond.*Anatomy.Research.International*.Article ID953264,15pp.
- Alpay, et al.(2006). Female infertility and free radicals: potential role in adhesions and endometriosis. *J. Soc.Gynecol. Investig.* ,13(6):390–398.
- Anastas,et al.(2000).Designing Safer Polymers.John Wiley &Sons,1ed.
- Aydn,G,Ornek,D,Kahveci,K,Doer,C,Ozgun,SG.Low platelet count of Asterilization worker:Exposure To Ethylene oxide Acase Report.*Inter J Occup Health*,1,1,2009.
- Bernardo,P and Clarizia,G.(2011).Potential of Membrane Operations in Redesigning Industrial Processes.The Ethylene oxide Manufacture.*Chemical Engineering Transactions*,25,617-622.
- Besa,E."Bone marrow Failure".*Medscape Reference: Drugs, Diseases &procedures,WebMD,LLC*,1-5,2011.
- Boffetta,P,Vanderhel,O,Norppa,H,Fabianova,E,Fucic,A,Gundy,S,Lazutka,J,Cebulska-Wasilewska,A,Puskailerova,D ,Znaor,A ,Kelecsenyi,Z,Kurtinaitis,J,Rachtan,J,Forni,A,Vermeulen,R,Bonassi,S.Chromosome aberrations and cancer risk:results of a cohort study from central Europe.*Am J Epidemiol*,166,239-240,2006.
- Bonhomme,et al. (2003).Environmental Biodegradation of Polyethylene, *Polym Degrad Stab.*81,441-452.
- Bonomini,M,Sirolli,V.Uremic Toxicity and anemia.*J Nephrol* ,16,21-28,2003.
- Canaud,B.(2002).Performance Liqed test as a cause for sudden deaths of dialysis patient:perfluorohydrocarbon,apreviously unrecognized hazard for dialysis patients.*Nephrol Dial Transplant* ,17,545-548.
- Chateauvieux, et al. (2011).Erythropoietin, erythropoiesis and beyond.*Biochem.Pharmacol.*82(10):1291-1303.

-
- Corly,RA,Wilson,DM,Hard,GC,etal.Dosimetry considerations in the enhanced sensitivity of male wistar rats to chronic ethylene glycol-induced nephrotoxicity.Toxicol Appl Pharmacol,228,165-178,2008.
 - Crompton,R.(2007).Additive migration from plastics into foods.Aguide for the Analytical Chemist.iSmithers Rapra Publishing, 1ed.
 - Deponte,M."Glutathione catalysis and reaction mechanisms of glutathione-dependent enzymes". Biochim Biophys Acta ,1830,5,3217-66,2013.
 - Dever,et al. (2004).Ethylene oxide .In:Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology,10,632-673.
 - Diab,KAE,EL-makawy,AI,Abd-ELmoneim,OM,Sharaf,H.Assessment of genotoxicity and histopathological changes induced by polyethylene glycol(PEG6000) in male mice.J Cytol Histol,3,153,2012.
 - Donner,EM,Wong,BA,James,RA,Preston,EJ.Reciprocal translocations in somatic and germ cells of mice chronically exposed by inhalation to ethylene oxide:implications for risk assessment.Mut,25,45-55,2010.
 - Fennell,et al. (2004).The effect of ethylene exposure on ethylene oxide in blood and on hepatic cytochrome P450 in Fischer rats. Toxicol Sci ,81,7.
 - Fowles,et al. (2001).Assessment of cancer risk from ethylene oxide residues in spices imported into New Zealand.Food and Chemical Toxicology,39,1055-1062.
 - Fujishiro,K,Mori,K,Lnoue,N.Effects of inhaled ethylene oxide on the lens glutathione redox cycle in rats.Arch Toxicol,65,606-607,1991.
 - Garcia,L,Darroudi,F,Tates,AD,Natarajan,AT.Induction and persistence of micronuclei,sister chromatid exchanges and chromosomal aberration in splenocytes and bone-marrow cells of rats exposed to ethylene oxide.Mutat Res,492,59-67,2001.
 - Garzon, et al. (2009). Micro RNAs in cancers. Annu. Rev. Med. 60:167-179.
 - Ge,et al . (2002).Determinants of erythropoietin release in response to short-term hypobaric hypoxia.J.Appl.Physiol.92:2361-2367.
 - HSDB(2001).Hazardous substances data bank. Bethesd,MD,US National Library of Medicine.
 - Huang,et al. (2011). Comparative analysis of urinary N7- (2-hydroxyethyl)guanine for ethylene oxide - and non- exposed workers. Toxicol. Lett.202:237-243.
 - Huang,HS,MA,MC,Chen,J,Chem,CF.Changes in the oxidant-antioxidant balance in the kidney of rats with nephrolithiasis induced by ethylene glycol. J Urol,167,2584-2593,2002.
 - IARC. (2004).Tobacco Smoke and involuntary smoking.IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum,83,1-1438.
 - IARC.(1994a).International Agency for Research on Cancer .carcinog risks hum,60,45.

-
- IUCLID.Ethane-1,2-diol.In:International Uniform Chemical Information Database.European Commission,ECB, JCR, Ispra , 2000.
 - Kamel,MM,Heweby,M.A.I,Husseini,A.H.M.,Samy,W.Biological monitoring of the ethylene oxide gas effects on medical utilities sterilization exposed staff.Eastern J Medic,16,44-52,2011.
 - Kanakavalli,K,Parthiban,P,Anbu,J,Rajeswaran,S,Sathyavathy,R.Lithotriptic Activity of Siddha Drug Megarajanga Chooranam on Ethylene Glycol Induced Urolithiasis in Rats.Inter J Pharma Res&Rev,2,5,24-32,2013.
 - Kruse,A,Uehlinger,DE,Gotch,F, et al.Red blood cell lifespan,erythropoiesis and hemoglobin control.Contrib Nephrol,161,247-254,2008.
 - Li,y &McMartin,KE.Strain differences in urinary factors that promot calcium oxalate formation in the kidneys of ethylene glycol-treated rats.AmeriC J Physiol-Renal Physiol,296,1080-1087,2009.
 - Lithner,D.(2011).Environmental and Health Hazards of Chemicals in Plastic Polymers and products.Ph.D.thesis .47.
 - Lokensgard,E. and Richardson,T.L.(2004).Industrial plastics:theory and applications.4thed.Thomson Delmar Learning Publisher,New York.
 - Mainous,AG,Knoll,ME,Everett,CJ,Matheson,EM,Huliban,MM,Grant,AM.Uric acid as a potential Cue to Screen for Iron Overload.J Am Board Fam Med,24,415-421,2011.
 - Marraffa,et al.(2008).Diethylene glycol:Widely used solvent presents serious poisoning potential.J,Emerg,Med,35,401-406.
 - Melnick, RL. (2002).Carcinogenicity and Mechanistic insights on the behavior of epoxides and epoxide-Forming chemicals. Ann, NY Acad Sci ,982, 117.
 - Naoko,N. and Hisataka,S. (2007). Subjective Poor Sleep and White Blood Cell Count in Male Japanese Workers. Industrial Health, 45, 296–300.
 - Nicholson,WJ.(2006).The chemistry of polymers.Royal Society of Chemistry,2ed.
 - Pandey,et al.(2009).Myricetin may provide protection against oxidatives stress in type 2 diabetic erythrocytes.Z Naturforsch C.64:626-630.
 - Pareta,SK,Patra,KC,Mazumder,PM,Sasmal,D.Boerhaavia diffusa Linn Aqueous extract as curative agent in ethylene glycol induced urolithiasis.Pharmacol online,3,112-120,2010.
 - Santos-Silva,et al.(2001).Leukocyte activation erythrocyte damage lipid profile and oxidative stress imposed by high competition physical exercise in adolescents.Clin.Chim.Acta.306.119-126.
 - Schulte ,PA,Walker,JT,Boeniger,MF,Tsuchiya,Y,Halperin,WE. Molecular cytogenic,and hematologic effects of ethylene oxide on female hospital workers.J.Occup.Environ.Med.,37,3,313-320,1995.

-
- Shaham,J,Levi,Z,Gurvich,R,Shain,R,Ribak,J.Hematological changes in hospital workers due to chronic exposure to low level of ethylene oxide.J.Occup &Envi.Medic,42,843-850,2000.
 - Smith, et al.(2008).Darbepoetin alpha for the treatment of anemia in patients with active cancer not receiving chemotherapy or radiotherapy:results of a phase III,multicenter,randomeized,double-blind,placebo-controlled study.J.Clin.Oncol.26(7):1040-50.
 - Spaan,M,Groothuismink,ZM,Koning,L,Roomer,R,Janssen,HL,Deknegt,RJ,Boonstra,A.Erythropoietin administration suppresses human monocyte function in vitro and during therapy induced anemia in HCV patients.Antiviral Res,98,3,469-475,2013.
 - SRI.(2003).Chemical Economics Handbook(CEH) Product Review:Mono-,di- and triethylene glycols.SRI International,Menlo Park,CA.
 - Swirski, et al.(2009). Identification of splenic reservoir monocytes and their deployment to inflammatory sites.Sci.325:612-616.
 - Tompa,A,Jakab,M,Biro,A,etal.Chemical safety and Health conditions among Hungarian hospital nurses.Ann N Y Acad Sci,1076,635-648,2006.
 - Tong,EM,Nissenson,AR.Erythropoietin and anemia.Semin Nephrol,21,190-203,2001.
 - Tsiftoglou,et al.(2009).Erythropoiesis:model systems,molecular regulators,and developmental programs.IUBMB life,61(8):800-830.
 - U.S.UPA.(2011).The ozone problem.<http://www.epa.gov/ne/airquality/ozprob.html>(Accessed 28 march 2011).
 - Weiss,G,Goodnough,LT.Anemia chronic disease.N Engl J Med,352,1011-1023,2005.
 - WHO.(2003).Ethylene Oxide(Concise International Chemical Assessment Document 54),Geneva.<http://www.inchem.org>.
 - Wu,et al.(2011).The application of mass spectrometry in molecular dosimetry.ethylene oxide as an example .Mass.Spectro. Rev. 30 (5):733-56.
 - Yoshihito,L,Kibe,N,Tsunoda,S,Suzuki,S,Mikami,T,Okada,F,Uchida,K,Fujii,j.Implication of oxidative stress as a cause of autoimmune hemolytic anemia in NZB mice.Free radical Biol&Medic,48,935-944,2010.