تدعيم دقيق الأرز بأملاح بعض العناصر المعدنية بما يلائم الأطفال الرُّضَّع

الدكتور غياث عباس *

م. رنيم بسام يوسف **

الملخص :

جرى في هذا البحث اختيار دقيق الأرز؛ انطلاقا من قيمته الغذائية العالية، وانخفاض إمكانيته المسببة للحساسية؛ لافتقاره إلى الغلوتين المسبب للحساسية، وتدعيمه بعنصري الحديد والزنك نظراً لأهميتهما، ولما لنقصهما من آثار سلبية على الصحة.

جرى التدعيم بمستويات مختلفة ملائمة للأطفال الرضّع، وتعريض عينات دقيق الأرز المدعّم للسائل المعدي المحاكي لمعدة الطفل (pH=3,pH=5)؛ وبينت النتائج مردود استرجاع من العنصرين المضافين (معدل تحرر العنصرين المضافين) باستخدام التدعيم المشترك؛ مثلا كانت النسبة من عنصر الزنك أعلى من 89%.

الكلمات المفتاحية :

تدعيم الأغذية , تدعيم الأرز , دقيق الأرز , الحديد , الزنك .

---

*أستاذ مساعد في قسم هندسة تقانة الأغذية _ كلية الهندسة التقنية _جامعة طرطوس _سورية.

** معيدة موفدة داخليا في قسم هندسة تقانة الأغذية_ كلية الهندسة التقنية _جامعة طرطوس_سورية.

Fortification of rice flour with some mineral salts Suitable for infants

Dr. Ghayath Abbas*
Eng . Ranim Bassam Yousef **

Abstract :

In this research, the rice flour was selected from its high nutritional value and its low allergenic potential , including its lack of allergen gluten and fortified it with iron and zinc, due to their importance and the lack of negative effects on health Various infant-specific levels were introduced and samples of the fortified rice flour were exposed to the simulated fluid of the infant stomach (pH = 3, pH = 5).
The results showed excellent utilization rates of the two added elements (the rate of release of the two added elements) using co-fortification. For example, the zinc utilization rate was higher than 89%.

Keywords:

Food fortification, rice fortification, rice flour, iron, zinc

---

**Assistant Professor in the Department of Food Technology Engineering _ Faculty of Technical Engineering _ Tartous University - Syria
Engineer internally displaced in the Department of Food Technologt Engineering**
, Faculty of Technical Engineering, Tartus University, Syria
(ranimyousef236@gmail.com)

1- مقدمة:

يُصنَّف نقص الفيتامينات والمعادن بين الأسباب الرئيسة لسوء التغذية في العالم، ويؤدي إلى :
ضعف القدرة على التعلم والتركيز , زيادة القابلية للإصابة بالأمراض , تقليل إنتاجية العمل [1].
يعدّ تدعيم الأغذية التي تستهلك على نطاق واسع بالفيتامينات والمعادن إستراتيجية لتعزيز مآخذ المغذيات، من دون زيادة السعرات الحرارية ، كما تعدُّ حلاً متوسطاً إلى طويل الأمد للتخفيف من أوجه القصور في عناصر غذائية محددة؛ حيث تنطوي برامج التدعيم الوطنية على إضافة كميات مقاسة "بريمكس" غنية بالمغذيات، تحتوي الفيتامينات والمعادن اللازمة إلى الأغذية. وفي معظم البلدان النامية ، يقتصر اختيار المركبات على مجموعة من المواد الغذائية الأساسية والتوابل مثل الحبوب والزيوت والدهون والسكر والملح والصلصات، وعادة ما تشتمل الفيتامينات والمعادن المستخدمة في التدعيم على الفيتامينات A و D وحامض الفوليك والفيتامينات الأخرى (B.comlex) واليود والحديد والزنك , وتعدّ هذه العملية غير مكلفة نسبيا . يمكن تعزيز تدعيم الأغذية على نطاق واسع عن طريق التدعيم المستهدف للوصول إلى المجموعات الفرعية السكانية الضعيفة؛ مثل التدعيم بالمنازل ، والأغذية التكميلية للرضع والأطفال الصغار (مساحيق المغذيات الدقيقة ،المكملات الغذائية القائمة على الدهون ، والأغذية الممزوجة المدعمة .....) ، والأغذية الخاصة للأطفال الأكبر سناً والحوامل والنساء المرضعات (البسكويت والحليب والمشروبات وغيرها) [2].ويعدّ الأرز مصدراً جيداً للبروتينات والفوسفور والحديد كما يحتوي أيضًا على بعض الكميات من الكالسيوم، كذلك هو مصدر بارز لفيتامين د ، وللألياف ، لفيتامينات (ثيامين ، ريبوفلافين ، نياسين)، كما أنه يحتوي حوالي 345 سعرة حرارية لكل 100 جرام؛ ومن السهل جدا هضم الأرز وامتصاص سعراته الحرارية . حيث تتركز معظم هذه العناصر الغذائية والمعادن في القشرة . القيمة الغذائية للأرز تجعله جيدًا لعسر الهضم ، وتحقيق استقرار في مستويات السكر في الدم ، العناية بالبشرة، مقاومة ارتفاع ضغط الدم، كما يعدّ مصدر طاقة كبير، ولا يحوي دهوناً ضارة (دهون مشبعة أو متحولة) [3].

أهم العناصر المستخدمة بالتدعيم :

الحديد Iron :

- يدخل في تركيب خضاب الدم الهيموغلوبين الذي يكون كريات الدم الحمراء التي تقوم بنقل الأوكسجين, تركيب الأنزيمات المسؤولة عن أكسدة المواد الكربوهيدراتية والدهنية والبروتينية .
- تركيب ميوغلوبين العضلات المسؤول عن تخزين الأوكسجين لاستخدامه في انقباض العضلات.
- يقوي جهاز المناعة ويرفع قدرة الجسم على مقاومة الأمراض [4].

الجدول (1): يوضح :

RDA(Recommended Dietary Allownces) من عنصر الحديد وفقا للفئات العمرية [5]:

Age	Male (mg/day)	Female (mg/day)
7−12months	11	11
3 −1years	7	7
8 −4 years	10	10
13 −9 years	8	8
18 −14 years	11	15
50 −19 years	8	18
+ 50years	8	8

الزنك Zinc [6]:

معدن أساسي مطلوب للنشاط الاستقلابي لـ 300 من أنزيمات الجسم، حيث تشارك هذه الأنزيمات مع استقلاب البروتين والكربوهيدرات والدهون.

ويعدّ ضروريًا لانقسام الخلايا واصطناع الحمض النووي والبروتين , مهم أيضا لنمو الأنسجة ، التئام الجروح ، نمو النسيج الضام ، وظائف الجهاز المناعي ، إنتاج البروستاجلاندين ، للعظام, لتخثر الدم , نمو الجنين , كذلك].

ضروري للحفاظ على هرموتن تستوستيرون [.6

الجدول(2) يوضح (RDAs) من عنصر الزنك [5]:

Age	Male	Female	Pregnancy	Lactation
0-6 months	2 mg	2 mg		
7-12months	3 mg	3 mg		
1-3 years	3 mg	3 mg		
4-8 years	5 mg	5 mg		
9-13 years	8 mg	8 mg		
14-18 years	11 mg	9 mg	12 mg	13 mg
+19 years	11 mg	8 mg	11 mg	12 mg

2-أهمية البحث وهدفه:

تأتي أهمية البحث من :

كون تدعيم الأغذية الأساسية إستراتيجية مجدية وفعالة من حيث التكلفة لتحسين حالة نقص المغذيات الدقيقة، والتي اعتمدت في البلدان المتقدمة منذ أوائل القرن العشرين.

ومن دعمه من قبل منظمة الصحة العالمية وبرنامج الأغذية العالمي ومنظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة، وتصنيفه واحدا من التدخلات الأعلى عوائد في التنمية العالمية.

ومن أهمية استهلاك الأغذية المدعمة لما لها من دور في تخفيف الأمراض المزمنة والمحافظة على الصحة العامة .

وبسبب نقص العناصر المغذية الدقيقة و آثاره السلبية على الصحة كان هناك حاجة إلى تدعيم بعض أنواع الأغذية ببعض هذه العناصر . لذا جرى في دراستنا هذه اختيار تدعيم دقيق الأرز للأطفال الرضع .

انطلاقا من :

- قيمته الغذائية العالية .
- باعتبار الحبوب من الأطعمة الأساسية لنمو الطفل و حصوله على الطاقة و كذلك باعتبارها وسيلة أساسية لإيصال المغذيات للأطفال.

كما جرى اختيار عنصري الحديد والزنك للتدعيم بها؛ انطلاقا من أهميتهما للصحة .

وقد كان الهدف من هذا البحث : تدعيم دقيق الأرز باستخدام عنصري الحديد والزنك بمستويات ونسب مختلفة تلائم الأطفال الرضع , لأن طحن الأرز يسبب خسارة نسبة كبيرة من الفيتامينات والمعادن مثل الحديد والزنك التي توجد غالبا في الأغلفة الخارجية وطبقات النخالة.

ومن الجدير ذكره أن الفيتامينات والمعادن الطبيعية الموجودة في حبات الأرز ليست كلها متاحة بيولوجيَ بسهولة وبالتالي يمكن أن يضمن التدعيم استعادة الفيتامينات والمعادن إلى الأرز بشكل بيولوجي متاح [3].

3-:مواد البحث وطرائقه

3-1-المواد المستخدمة :

أرز أبيض قصير, ملح كبريتات الحديدي المائية, ملح أكسيد الزنك.

3-2-الأدوات والأجهزة المستخدمة :

الأدوات :

أدوات مخبرية مختلفة (ماصات , بياشر ,سيلندرات ,عبوات زجاجية , عبوات تحليل مخبري).

الأجهزة المستخدمة :

مقياس درجة الحموضة. pH, ميزان حساس , طاحونة, جهاز مناخل, جهاز الامتصاص الذري

3-3-طرائق العمل :

3-3-1- طحن الأرز وتحضير العينات (دقيق الأرز) :

جرى طحن كميات من الأرز الأبيض القصير (النوع الأكثر شيوعا) باستخدام طاحونة حبوب وتحضير العينات (دقيق الأرز)؛ من أجل إجراء عملية التدعيم وإجراء التحاليل المناسبة .

3-3-2- إجراء عملية النخل :

جرى نخل دقيق الأرز الناتج عن عملية الطحن السابقة باستخدام جهاز نخل للحصول على دقيق بأبعاد مختلفة (4mm ,2mm,1mm,500µm,250µm,125µm,63µm,45µm) .

تم تركيز الدراسة على البعد 500µm حيث كان هذا البعد أحد الأبعاد ذات النسبة الأكبر بالمنتج الغذائي الموجود بالصيدليات بعد غربلته .

3-3-3-إجراء عملية التدعيم :

3-3-3-1-تم البدء بعملية التدعيم بإضافة عنصري الحديد والزنك إلى دقيق الأرز:

الحديد على شكل ملح كبريتات الحديدي المائية $Fe\ So_4.7H_2O$ والزنك بشكل ملح أوكسيد الزنكZno .

تمت الإضافة بنسب مختلفة موضحة بالجدول الآتي :

الجدول(3) يوضح النسب المضافة من عنصري الحديد والزنك:

الإضافات مقدرة ب mg من العنصر الشاردي لكل 100grدقيق أرز :

Fe mg/100g	Zn mg/100g	Zn mg/100g	Zn mg/100g	Zn mg/100g
5	1	2	3	5
10	1	2	3	5

15	1	2	3	5
20	1	2	3	5

3-3-3-2- تحضير المحلول الموقي (وسط محاكٍ لوسط معدة الطفل) باستخدام محلول لحمض الخل وخلات الصوديوم .

جرى اختيار درجات pHالسائل المعدي انطلاقا من الانخفاض التدريجي في رقم الحموضة الذي لوحظ من الشهر الأول (7-6) إلى السنة الثانية من العمر (2-1) وهذا ما ذكرته الباحثة Francesca Passannanti و آخرون حيث كان رقم pH المختار للمعدة قريبًا من 3 وهي قيمة وسطية [7].

وكذلك ذكرت درجة pH معدة الطفل في دراسة أخرى أجراها الباحث Carmit Shani-Levi وآخرون عام 2017 وهي (3.2-6.5) [8].

3-3-3-3-تعريض عينات دقيق الأرز المدعم للسائل المعدي لمدة 3 ساعات .

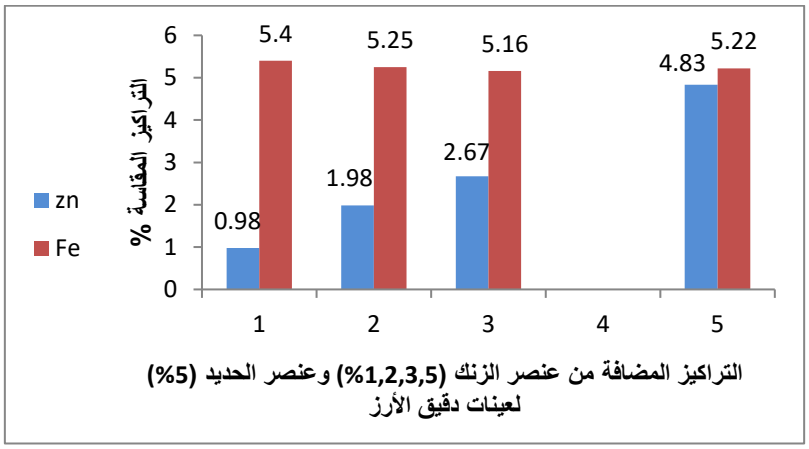
3-3-3-4-قياس تراكيز العناصر الغذائية المضافة باستخدام جهاز الامتصاص الذري .

4- النتائج والمناقشة :

-عند درجة الحموضة pH=3:

4-1- قياس تراكيز عنصري الحديد والزنك في عينات دقيق الأرز المدعم بعد تعريضها للسائل المعدي pH=3,pH=5 : حيث % تعبر عن mg من العنصر لكل 100g دقيق أرز.

4-1-1-تمت إضافة عنصر الحديد بتركيز 5% وعنصر الزنك بتراكيز مختلفة (1-2-3-5)% إلى عينات دقيق الأرز ذات البعد µ500m.

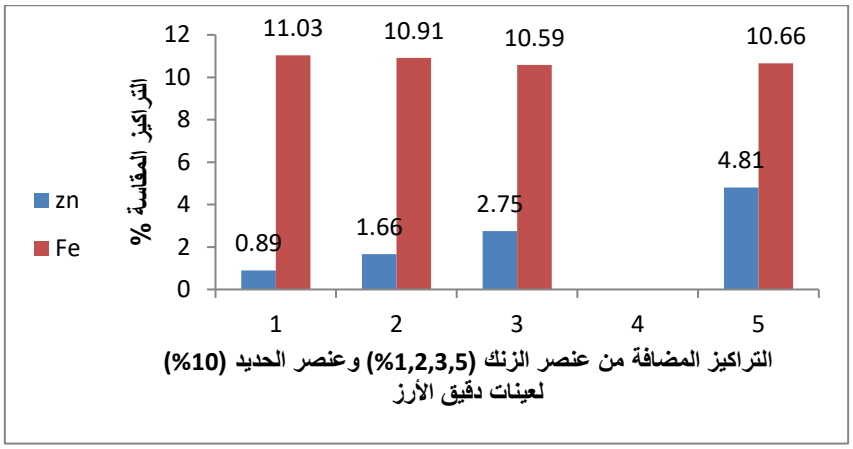


الشكل (1) :التراكيز المضافة من عنصر الزنك (1,2,3,5%) وعنصر الحديد (5 %) لعينات دقيق الأرز والتراكيز المقاسة بعد تعريضها للسائل المعدي pH=3.

حيث تراوحت التراكيز المقاسة من عنصر الزنك بين (0.98-4.83)% و هي قيم ممتازة قريبة من التراكيز المضافة ومن عنصر الحديد بين (5.16-5.4) % حيث كان التركيز المضاف 5% وهذه الزيادة الضئيلة بالتركيز تعود للنسب الموجودة أساسا بدقيق الأرز .

حيث تعبر التراكيز المقاسة عن النسب المضافة والنسب الموجودة أساسا بدقيق الأرز .

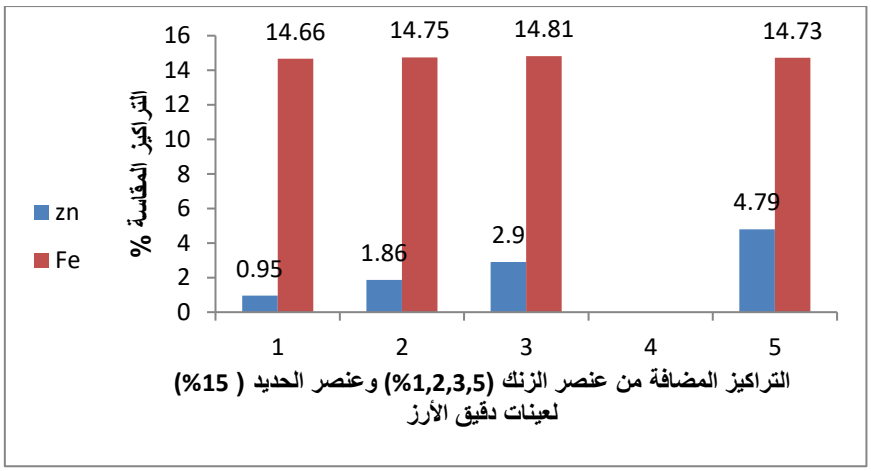
4-1-2-تمت إضافة عنصر الحديد بتركيز 10% وعنصر الزنك بتراكيز مختلفة % (5-3-2-1) إلى عينات دقيق الأرز ذات البعد 500µm.



الشكل (2): التراكيز المضافة من عنصر الزنك (1,2,3,5%) وعنصر الحديد (10 %) لعينات دقيق الأرز والتراكيز المقاسة بعد تعريضها للسائل المعدي pH=3.

تراوحت التراكيز المقاسة من الزنك بين (0.89-4.81)% وهي نتائج ممتازة، ومن عنصر الحديد بين (10.59-11.03)%؛ وكما ذكر سابقا هذه الزيادة في التراكيز الناتجة سببها النسب الموجودة أساسا بالدقيق .

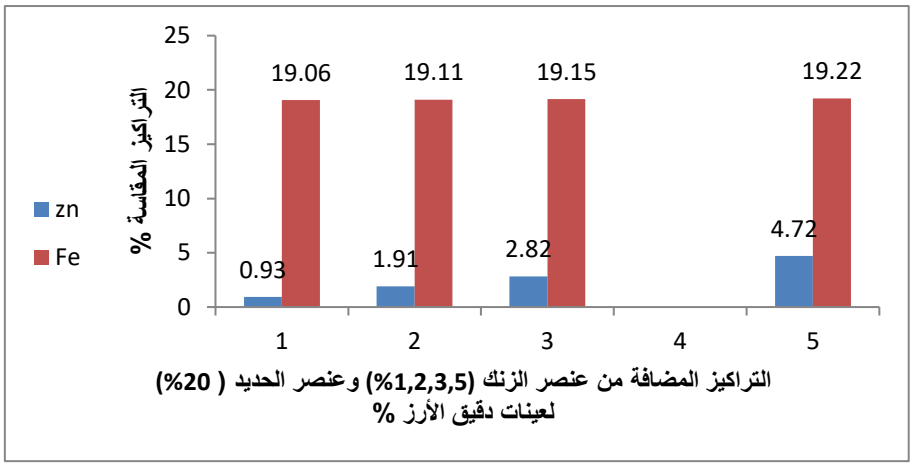
4-1-3- تمت إضافة عنصر الحديد بتركيز 15% وعنصر الزنك بتراكيز مختلفة (1-2-3-5)% إلى عينات دقيق الأرز ذات البعد 500µm.



الشكل (3): التراكيز المضافة من عنصر الزنك (1,2,3,5%) وعنصر الحديد (15 %) لعينات دقيق الأرز والتراكيز المقاسة بعد تعريضها للسائل المعدي pH=3.

كما نلاحظ من الشكل كانت التراكيز من عنصر الزنك بين (0.95-4.79)% والحديد بين (14.66-14.81)%.

4-1-4- تمت إضافة عنصر الحديد بتركيز 20%, وعنصر الزنك بتراكيز مختلفة(1-2-3-5)% إلى عينات دقيق الأرز ذات البعد 500µm.



الشكل (4):التراكيز المضافة من عنصر الزنك (1,2,3,5%) وعنصر الحديد (20%) لعينات دقيق الأرز والتراكيز المقاسة بعد تعريضها للسائل المعدي pH=3.

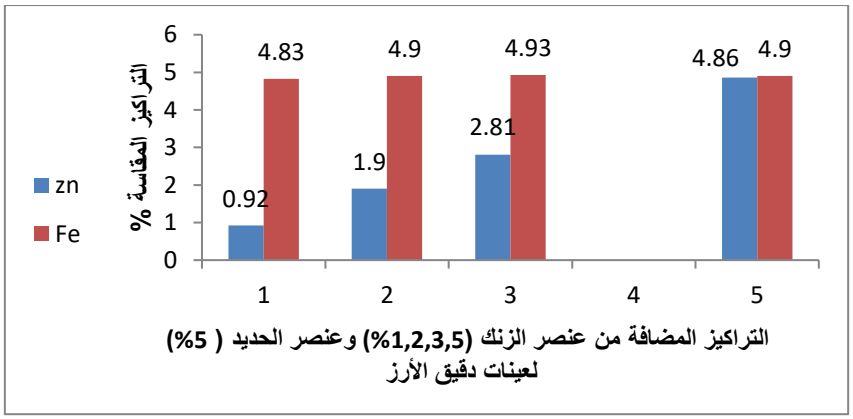
تراوحت قيم التراكيز من الزنك بين (0.93-4.72)% ومن الحديد (19.06-19.22)%.

الجدول (4):يوضح مردود الاسترجاع من عنصر الزنك (المتوسط) للحالات السابقة :

1	95.65%
2	89.95%
3	95.1%
4	94.22%

- عند درجة الحموضة pH=5:

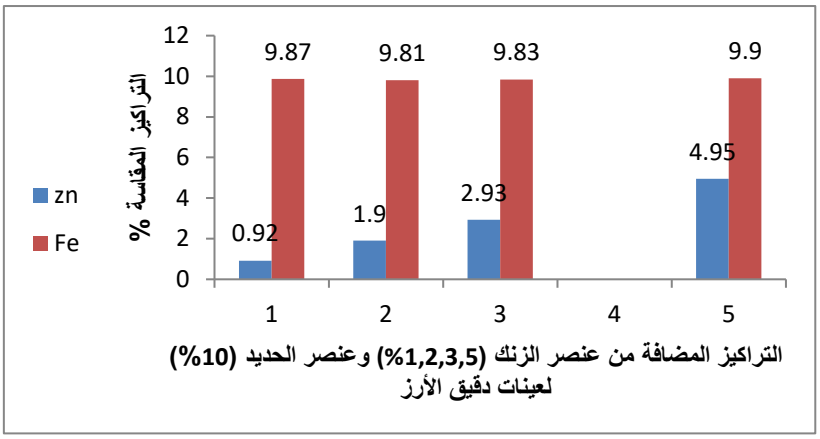
5-1-4- تمت إضافة عنصر الحديد بتركيز 5% وعنصر الزنك بتراكيز مختلفة (1-2-3-5)% إلى عينات دقيق الأرز ذات البعد 500µm.



الشكل (5): التراكيز المضافة من عنصر الزنك (1,2,3,5%) وعنصر الحديد (5 %) لعينات دقيق الأرز والتراكيز المقاسة بعد تعريضها للسائل المعدي pH=5.

تراوحت التراكيز المقاسة من الزنك بين (0.92-4.86)% ومن الحديد بين (4.83-4.93)% .

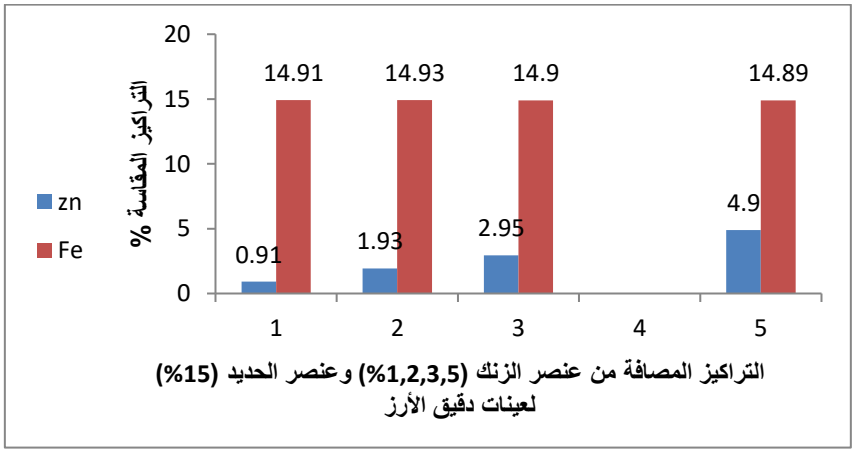
4-1-6- تمت إضافة عنصر الحديد بتركيز 10%, وعنصر الزنك بتراكيز مختلفة (1-2-3-5)% إلى عينات دقيق الأرز ذات البعد 500µm.



الشكل (6): التراكيز المضافة من عنصر الزنك (1,2,3,5%) وعنصر الحديد (10 %) لعينات دقيق الأرز والتراكيز المقاسة بعد تعريضها للسائل المعدي pH=5.

تراوحت التراكيز المقاسة من الزنك بين (0.92-4.95)% ومن الحديد بين (9.81-9.9)%.

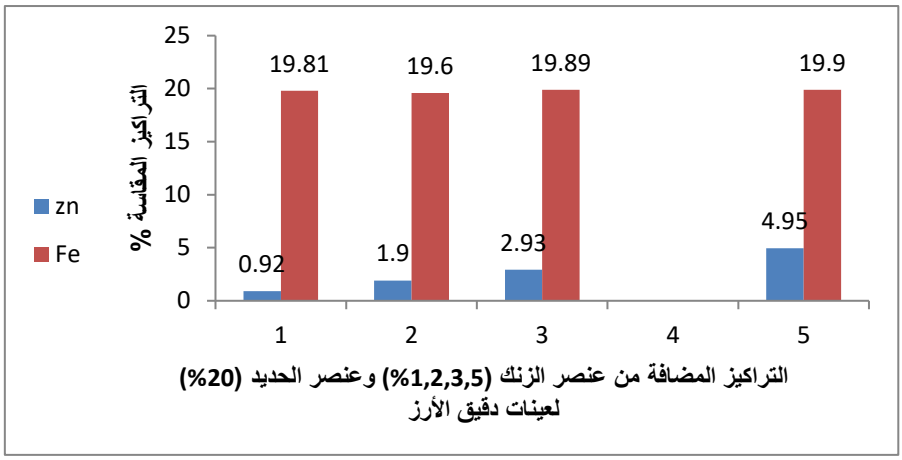
4-1-7- تمت إضافة عنصر الحديد بتركيز 15%وعنصر الزنك بتراكيز مختلفة(1-2-3-5)% إلى عينات دقيق الأرز ذات البعد 500µm.



الشكل (7): التراكيز المضافة من عنصر الزنك (1,2,3,5%) وعنصر الحديد (15 %) لعينات دقيق الأرز والتراكيز المقاسة بعد تعريضها للسائل المعدي pH=5.

نلاحظ من الشكل أن تراكيز الزنك تراوحت بين (0.91-4.9)% ومن الحديد بين (14.89-14.93)%.

4-1-8- تمت إضافة عنصر الحديد بتركيز 20% وعنصر الزنك بتراكيز مختلفة(1-2-3-5)% إلى عينات دقيق الأرز ذات البعد500µm.



الشكل (8) :التراكيز المضافة من عنصر الزنك (1,2,3,5%) وعنصر الحديد (20%) لعينات دقيق الأرز والتراكيز المقاسة بعد تعريضها للسائل المعدي pH=5.

تراوحت تراكيز الزنك بين (0.92-4.95)% ومن الحديد بين (19.6-19.9)%.

الجدول(5) يوضح مردود الاسترجاع من عنصر الزنك (المتوسط):

1	94.45%
2	95.9%
3	95.95%
4	95.9%

نتائج عينات الشاهد :

الحديد 0.14ppb

الزنك 0.05ppb

وتبين النتائج الموضحة سابقا تراكيز مقاسة ومردود استرجاع ممتاز من عنصر الزنك، بعد تعريض العينات إلى السائل المعدي (pH=3,pH=5), كذلك نسبة الحديد ممتازة .

كذلك توضح تراكيز مقاسة ممتازة مقارنة مع التراكيز المضافة، كذلك قيم مردود استرجاع ممتازة بعد تعريض العينات للسائل المعدي (pH=3,pH=5)؛ وكما ذكر سابقا أن سبب الزيادة الضئيلة في التراكيز المقاسة عن التراكيز المضافة من عنصر الحديد هو النسبة الموجودة أساسا بدقيق الأرز، أما باقي التراكيز فمتقاربة جدا مع التراكيز المدعم بها مع الأخذ بالاعتبار التركيب الكيميائي للدقيق وأبعاده، ودرجة حموضة وسط المعدة ودرجات الحرارة التي تعرضت لها العينات، ودقة الأجهزة المستخدمة .

وهذا ما أشارت إليه معظم الدراسات السابقة؛ حيث إن التدعيم بالزنك لا يعيق امتصاص الحديد من الأغذية المدعمة بالحديد، كالباحث Brown KH وآخرون في بحث لدراسة التوافر البيولوجي للزنك من الأغذية المدعمة بالزنك؛ حيث استخدم مركب أوكسيد الزنك باعتباره أحد الأشكال المتوفرة والآمنة للاستهلاك البشري [9].

فيما يخص استخدام مركب كبريتات الحديدي ، وهو مركب ذواب بالماء ذو توافر بيولوجي عالٍ، ذُكر دراسة أجراها الباحث Michael B. Zimmermann وآخرون في عام 2010 , لمقارنة التنظيم الأعلى لامتصاص الحديد في حالة نقص الحديد من مركبي حديد، أحدهما هو كبريتات الحديدي ؛ لمقارنة فعالية هذين المركبين في تجربة التدعيم لزيادة مخازن الحديد لدى الأطفال الذين يعانون من نقص الحديد .

وأشار إلى أنه بحال استخدام مركب الكبريتات يتم تنظيم امتصاص الحديد بحالة النقص.

وبالتالي قد يكون لتدعيم الغذاء مع الكبريتات تأثير أكبر نسبيًا على الأطفال الذين يعانون من نقص الحديد . كذلك مركبات Fe القابلة للذوبان لا تظهر فقط امتصاصًا عامًا أفضل، ويمكن استخدامها عند مستويات تدعيم منخفضة ، ولكن لديها أيضًا ميزة إضافية ، نظرًا لأنه يتم تنظيم امتصاصها في حالات نقص Fe ، فإنه "يستهدف" الأفراد الذين يعانون من نقص Fe [10].

كذلك في دراسة أجراها الباحث Castro وآخرون , لتحديد تأثير زيادة مستويات الزنك المدعم به على امتصاص الحديد للخبز المدعم بالحديد والزنك المستهلكة مع الشاي الأسود.

انطلاقا من أنه يمكن أن يكون لتفاعل الحديد والزنك على المستوى الامتصاصي تأثير على نجاح التدعيم المشترك لدقيق القمح مع كل من المعادن في الوقاية من نقص الحديد .

تمت إضافة مستوى حديد واحد (30mg/kg)مع 3 مستويات زنك (30,60,90mg/kg) وكانت النتيجة أن امتصاص الحديد انخفض عند مستوى زنك أكثر من 60 mg /kg (6mg/100g) [11].

وبالمقارنة مع دراستنا فإن النسبة المستفاد منها من عنصر الحديد ممتازة بوجود النسب المضافة من الزنك، والنسب أضيفت بناءً على المواصفة القياسية السورية؛ حيث يجب ألا تقل نسبة الحديد عن 10 mg وألا تزيد نسبة الزنك عن 2.5mg لكل 100grدقيق أرز ، عادة تضاف النسبة (10) mg حديد و(2.8)mg زنك .

و فيما يخص دراستنا هي دراسة أكاديمية درست مستويات مختلفة.

5-الاستنتاجات:

- جرى تدعيم دقيق الأرز بمستويات مختلفة من عنصري الحديد والزنك بما يلائم الأطفال الرضع وتعريض عينات دقيق الأرز المدعم للسائل المعدي المحاكي لوسط معدة الطفل pH=3,pH=5 .
- وجرى التوصل إلى مردود استرجاع ممتاز من كلا العنصرين باستخدام التدعيم المشترك بهما حيث كان مردود استرجاع من عنصر الزنك أعلى من 89%.
- ومن الممكن مستقبلا التدعيم بالفيتامينات ومضافات غذائية أخرى.

6- المراجع:

[1] -Sumithra Muthayya, Jessica Hall, Jack Bagriansky, Jonathan Sugimoto, Daniel Gundry, Dipika Matthias, Shane Prigge, Peter Hindle, Regina Moench-Pfanner, and Glen Maberly, ***Rice fortification: An emerging opportunity to contribute to the elimination of vitamin and mineral deficiency worldwide , Food and Nutrition Bulletin***, vol. 33, no. 4 © 2012, The United Nations University.

[2] -M.G. Venkatesh Mannar and Richard F. Hurrell, ***Food Fortification: Past Experience, Current Status, and Potential for Globalization***, chapter 1, Food Fortification in a Globalized World..

[3] - Verma, D. K., and K. Shukla. ***Nutritional value of rice and their importance***.Journal of Indian Farmers Digest 44.1 (January2011). *,volume44, No1, , Published by : Director ,communication Centre G.B.PANT INIVERSITY OF AGRICULTURE &TECHNONLGY ,PANTNAGAR-263145,UTTARAKHAND,INDIA,* www.research gate .net /publication /236154817.

[4]- Deak.T,2008-Hand Book of Food Spoilage Yeasts.

[5]-Institute of Medicine. Food and Nutrition Board. ***Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc : a Report of the Panel on Micronutrients***. Washington, DC: National Academy Press; 2001.

[6]-Deshpande, Jayant D., Mohini M. Joshi, and Purushottam A. Giri. ***Zinc: The trace element of major importance in human nutrition and health***. International Journal of Medical Science and Public 2.1 (2013): 1-6.| Vol 2 | Issue 1.

[7]- Passannanti F , Nigro F , Gallo M, Tornatore F , Frasso A, Saccone G,...& Nigro R,2017, ***In vitro dynamic model simulating the digestive tract of 6-month-old infants***., *PLoS One, 12*(12), e0189807.

[8]- Shani-Levi, C., Alvito, P., Andrés, A., Assunção, R., Barberá, R., Blanquet-Diot, S., ... & Denis, S. (2017), ***Extending in vitro digestion models to specific human populations: Perspectives, practical tools and bio-relevant information*** , Trends in Food Science & Technology 60 (2017).

[9]-Brown,Wessells and Hess. ***Zinc bioavailability from zinc-fortified foods***. *International journal for vitamin and nutrition research*77.3 (2007May).

[10]-Zimmermann, M. B., Biebinger, R., Egli, I., Zeder, C., & Hurrell, R. F. ,***Iron deficiency up-regulates iron absorption from ferrous sulphate but not ferric pyrophosphate and consequently food fortification with ferrous sulphate has relatively greater efficacy in iron-deficient individuals***, British Journal of Nutrition (2011), 105.

[11]- Olivares, M., Castro, C., Pizarro, F., & De Romaña, D. L. (2013). ***Effect of increasing levels of zinc fortificant on the iron absorption of bread co-fortified with iron and zinc consumed with a black tea***. *Biological trace element research*, *154*(3),.