تجفيف مخلفات المزارع السمكية

عبد الحميد السعيد* فتحى ذبادى* سمير حافظ*

ملخـــص

إستغلال الكميات المهدرة من الأسماك الصغيرة المتخلفة عن صيد المزارع السمكية بتجفيفها بغرض استعمالها كمصدر بروتين لعلف الحيوان والأسماك كان هو الهدف لهذا البحث. تم تجفيف عينات من السمك الكامل وأخرى السمك المفروم باستخدام تيار من الهواء الساخن باستخدام ٣ سرعات للهواء ١,٢ ، ١,٧ ، ٢,٢ م/ث مع تسخين الهواء لدرجات حرارة ٤٠ ، ٥٠ ، ٦٠ ، ٧٠°م. إستغرق التجفيف من ٥-٦ ساعات للوصول إلى محتوى رطوبي نهائي مناسب (٥٠-٧٥٪) على أساس جاف، وزاد معدل التجفيف بزيادة درجات الحرارة و سرعات الهواء. كانت اقل نسبة رطوبة (MR) أمكن الحصول عليها مع السمك الكامل ٠,١١ على أساس جاف عند درجة حرارة ٧٠°م وسرعة هواء ٢,٢ م/ث بعد ٣٦٠ د بينما وصلت الي الصفر مع السمك المفروم عند نفس المعاملة. وكان معدل النقص في المحتوى الرطوبى بصفة عامة اعلي مع السمك المفروم عن السمك الكامل وكانت قيم ثابت التجفيف (k) تزداد باطراد مع زيادة كل من درجات الحرارة وسرعات الهواء. وكانت أعلى قيم k عند درجة حرارة ٧٠°م وسرعة هواء ٢,٢ م/ث هى ٠,٠١١٨ و ٠,٠١٢٢ لكل من السمك الكامل والمفروم على الترتيب.

مقدمـــة

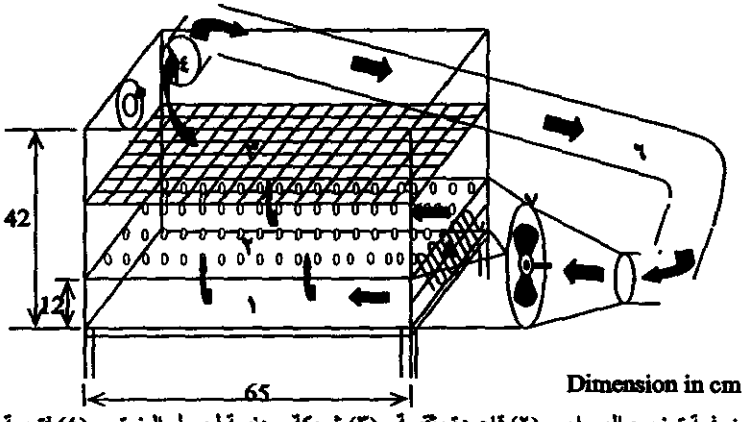
يوجد في مصر حوالي ١٧٠ ألف مزرعة سمكية مرخصة (هيئة الثروة السمكية) أنتجت حوالي ٧١٢ ألف طن عام ٢٠٠٩ طبقاً لبيانات الجهاز المركزي للتعبئة والإحصاء كما يتخلف بعد صيد المزارع كمية تقدر بحوالي ٥% من إنتاجها كمتوسط لتقدير أصحاب المزارع وهذه الكمية غالباً ماتُهدر بتركها في المزارع حيث تموت بعد تجفيف المزرعة. وقد يُجمع جزء منها ويباع بما لايتناسب مع ثمنها كبروتين حيواني، ويهدف هذا البحث لإستغلال تلك الكميات المهدرة من الأسماك الصغيرة بتجفيفها بغرض استعمالها كمصدر بروتين لعلف الحيوان والأسماك. تجفيف الأسماك يكون عادة إما شمسيا أو باستخدام تيار من الهواء الساخن لتقليل زمن التجفيف ،وقد يكون بإستخدام هواء غير مسخن بسرعات عالية غالباً ويستغرق ذلك وقتاً أطول للتجفيف. وكلما إنخفضت درجة حرارة هواء التجفيف كلما قلت التغيرات التي تطرأ على المادة الغذائية (miditli and kucuk, 2003). وحيث أن درجة حرارة هواء التجفيف يكون لها التأثير الأكبر على معدل التجفيف بالإضافة لسرعة هواء التجفيف والمحتوى الرطوبى الإبتدائى للمادة المجففة، بينما معدل سريان الهواء ورطوبتة النسبية أقل تأثيراً (Li and Merey, 1984). إستُخدم الهواء الساخن في هذه الدراسة لتكون العملية ملائمة إقتصادياً ولكن بدرجات حرارة تضمن عدم حدوث دنترة لبروتينات السمك وأن تكون التغيرات عموماً أقل مايمكن (Lantry and Gorman, 2007) . حللوا انسجة السمك في عينات من الأسماك البحرية

* مدرس الهندسة الزراعية بكلية الزراعة – جامعة الأزهر بالقاهرة

المجففة على درجات حرارة ٦٠ ، ٧٠ ، ٨٠ ، ٩٠°م ولم يلاحظوا وجود فرق معنوى في كميات المادة الجافة الناتجة ووجدوا فروق قليلة أرجعوها لفقد بعض المواد سريعة التغير أو التطاير مع درجات الحرارة الأعلى. (Rodrigo et al.,2002) وجدوا أن تفاعلات الأكسدة في عينات من مركزات بروتين الأسماك المجففة تقل بزيادة محتواها المائي Clancy et al., (2006) وجدوا أن تأثير الحرارة حتي ١٠٠°م قليل بدرجة غير معنوية على قابلية الهضم لبروتينات الأسماك البحرية وذلك بعد تخزينها حتى ١٢ يوم على درجة حرارة ٢ - ٥°م.

الطرق والمواد

نموذج المجفف: تم عمل نموذج لمجفف صغير مكون من طبقتين معزولتين من الصاج المجلفن علي شكل متوازى مستطيلات يُفتح من أعلي، يوجد بأحد جوانبه من أسفل فتحة دخول الهواء مثبت بها سخان كهربى قدرته ٢ كيلوات، يُثبت أمامه مروحة لدفع الهواء بقدرة ٣٧٥ وات، وهذة بدورها مثبتة داخل خط سحب الهواء الذى يُسحب منة الهواء الساخن مرة اخرى من أعلى الجانب المقابل بغرض إعادة تدوير الهواء الساخن لتحقيق الهدف الاقتصادي مع وجود فتحة تجديد جزئي للهواء تتناسب مع مستوى الرطوبة داخل المجفف، السخان والمروحة موصلان بلوحة تحكم مع ثرموستات رقمى ومؤقت لضبط درجة الحرارة وزمن التشغيل، يدفع الهواء مباشرة فوق قاعدة المجفف المغطاة بلوح منقب يطو القاعدة بمسافة ١٢ سم ثم يندفع الهواء لاعلى من خلال الثقوب وذلك لضمان توزيع منتظم للهواء (شكل (١)). مثبت اعلى القاعدة المنقبة شبكة صلبة من السلك لحمل العينات.



(١) غرفة توزيع الهواء (٢) قاعدة منقبة (٣) شبكة معدنية لحمل المنتج (٤) فتحة سحب الهواء (٥) فتحة تجديد الهواء (٦) خط سحب الهواء (٧) مروحة (٨) سخان كهربى

شكل (١) رسم تخطيطى للمجفف

إعداد العينة: أخذت عينات ممثلة لأحجام اسماك البلطى الصغيرة المتخلفة عن صيد المزارع يتراوح طولها بين ٣ - ٨ سم وكتلتها ٣ - ٢٥ج، تم ضبط أوزان العينات العشوائية من تلك الأسماك على ١٠٠ ج للعينة وُضعت في شبكة من السلك بحيث يمكن تقليبها يدوياً من فتحة بجانب المجفف. وتم الإجراء على عينات الأسماك الكاملة وأخري من السمك المفروم.

إجراء التجربة: باستخدام ٣ سرعات للهواء ١,٢ ، ١,٦ ، ٢,٢ م/ث مع تسخين الهواء لدرجات حرارة ٤٠ ، ٥٠ ، ٦٠ ، ٧٠°م أخذت القياسات لأوزان العينات كل ساعة و لمدة ٦ ساعات.

القياسات: قياس سرعة الهواء أثناء عملية التجفيف بإستخدام جهاز التربوميتر turbometer، رقمى، أمريكي الصنع بحساسية ٠,١ م/ث .

قياس الوقت: تم تثبيت مؤقت timer الكترونى على المجفف ومعايرته بساعة إيقاف، يصدر صوت تنبيه عند نهاية كل ساعة

قياس وزن العينات: باستخدام ميزان الكتروني يقيس حتى ٥ كج بحساسية ٠,١ ج.

حساب المحتوى الرطوبى ونسبة التجفيف

تم حساب المحتوى الرطوبى لأسماك البلطى أثناء عملية التجفيف على أساس جاف من المعادلة (١) (Kilic, 2009)

$$W = \frac{M_t - M_d}{M_d} \times 100 \qquad (1)$$

حيث: W = المحتوى الرطوبى لأسماك البلطى الصغيرة علي أساس جاف (%)

M_t = كتلة العينة قبل التجفيف (ج)، M_d = كتلة العينة الجافة (ج)

وتحسب كتلة العينة الجافة تماماً بتجفيفها لمدة ٢٤ ساعة علي درجة حرارة ١٠٥°م

لحساب نسبة التجفيف يتم استخراج قيمة ثابت التجفيف (k) من واقع البيانات وفقاً للمعادلة (٢) وذلك بإعتبار أسماك البلطى الصغيرة طبقة رقيقة حيث لا يتجاوز سمكها ١,٥ سم

$$MR = \frac{W_t - W_e}{W_i - W_e} = e^{-kt} \qquad (2)$$

حيث: MR = نسبة التجفيف علي أساس جاف (%)

W_t = المحتوى الرطوبى عند الزمن (t) علي أساس جاف (%)

W_e = المحتوى الرطوبى التعادلي علي أساس جاف (%)

W_i = المحتوى الرطوبى الإبتدائى علي أساس جاف (%) ، k= ثابت عملية التجفيف

تقييم أداء المجفف ومعدل التجفيف

لتقييم أداء المجفف يُحسب معدل التجفيف (dm/dt) كمعدل زمنى لفقد الرطوبة من المعادلة (٣) (Midilli et. al., 2000)

$$\frac{dm}{dt} = \frac{M_{(t+\Delta t)} - M_t}{\Delta t} \qquad (3)$$

حيث: dm/dt = معدل التجفيف عند أى وقت أثناء عملية التجفيف(جم ماء\دقيقة)

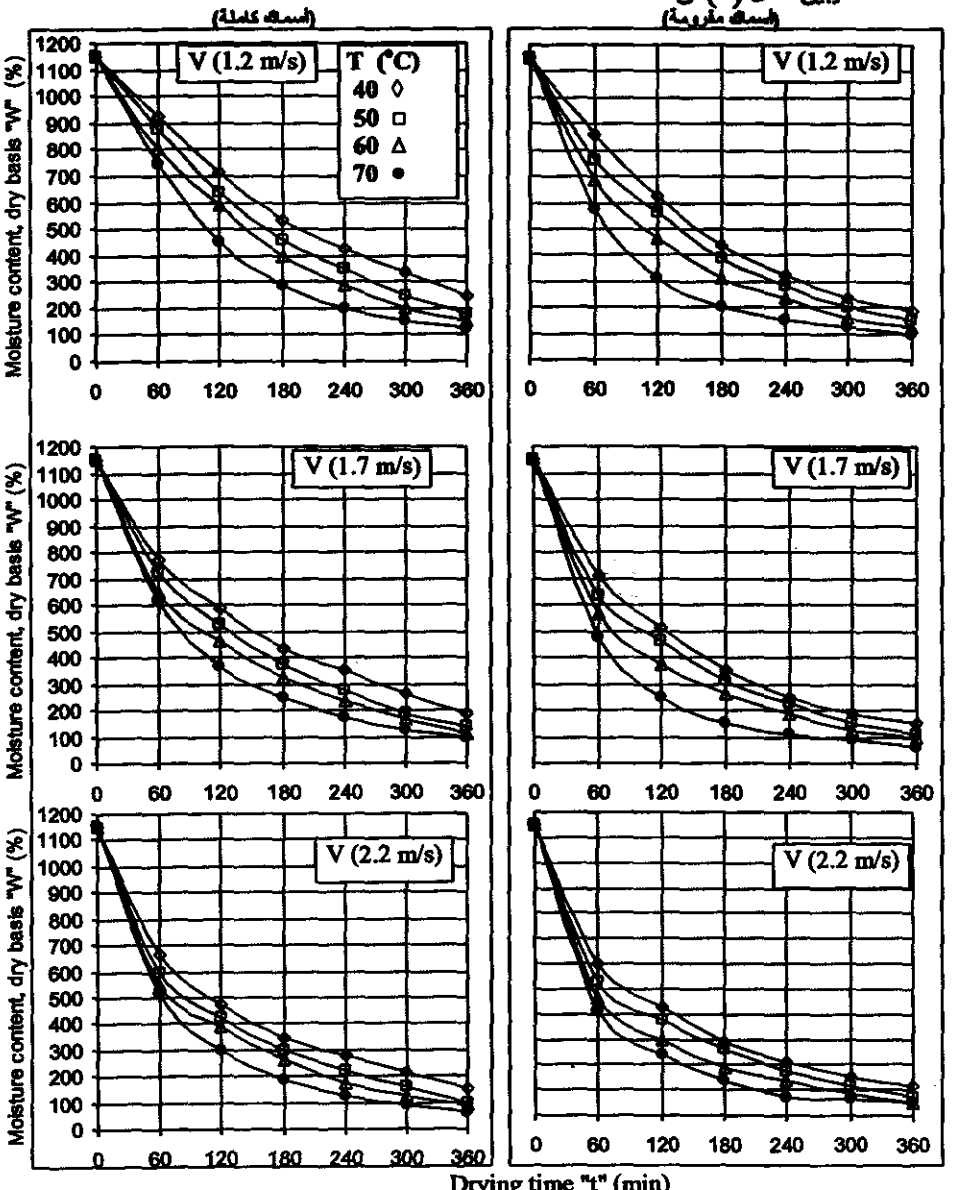
M_t = كتلة العينة عند الزمن (t) (جم) ، $M_{(t+\Delta t)}$ = كتلة العينة عند الزمن (t+Δt) (جم)

النتائج والمناقشة

تأثير الوقت ودرجة حرارة التجفيف على المحتوى الرطوبى للسمك

بحساب المحتوى الرطوبى الإبتدائى للسمك (W_i) على اساس جاف باستخدام معادلة(١) وجد انه يساوى ١١٥٠٪ وجاءت النتائج كما يبين شكل (٢) لتبين إنخفاض المحتوى الرطوبى مع الوقت وبزيادة درجة الحرارة (٥٠،٤٠،٧٠،٦٠°م) وايضاً بزيادة سرعات الهواء (١,٢ ، ١,٧ ، ٢,٢ م/ث) لكل من السمك الكامل والمفروم وكان معدل النقص في المحتوى الرطوبى بصفة عامة اعلي مع السمك المفروم عن السمك الكامل ووصل إلي المحتوى الرطوبى النهائى على اساس جاف (M_e = 50 % d.b) مع المفروم بعد ٣٠٠ دقيقة بينما مع السمك الكامل وصل إلى المحتوى الرطوبى النهائى بعد حوالي ٣٦٠ د وذلك عند درجة حرارة الهواء ٧٠°م وسرعة

٢,٢ م/ث بينما مع درجات الحرارة ٤٠، ٥٠ ، ٦٠°م كان أقل معنوى للمحتوى الرطوبى ١٥٠، ١٠٠، ٨٧,٥ علي الترتيب مع السمك الكامل و ٥٠، ٧٥، ١١٢ على الترتيب مع السمك المفروم ، كما يبين شكل (٢) أن



شكل (٢): تأثير زمن التجفيف "t" علي المحتوى الرطوبى على أساس جاف "W" لكل من السمك الكامل والمفروم عند مختلف درجات الحرارة وسرعات الهواء.

المحتوى الرطوبى كان أعلي في بداية العملية وأخذ في التناقص تدريجيا مع الوقت وذلك مع جميع المعاملات، كما أنه ينخفض كلما زادت درجات الحرارة أو سرعات الهواء وذلك أيضا مع كل من السمك الكامل والمفروم ، كما يبين شكل (٣) العلاقة بين نسبة الرطوبة (MR) وزمن التجفيف مع مختلف درجات الحرارة وسرعات الهواء وكانت الصورة العامة للعلاقة كالأتي:

$$MR = e^{-kt} \qquad (4)$$

، كانت اقل نسبة رطوبة أمكن الحصول عليها مع السمك الكامل ٠,٠١١ على أساس جاف عند درجة حرارة ٧٠°م وسرعة هواء ٢,٢ م/ث بعد حوالي ٣٦٠ د بينما وصلت الي الصفر مع السمك المفروم عند نفس المعاملة. يبين شكل (٤) أن معدل التجفيف (كمية الماء المفقود كل دقيقة) يكون اعلي في بداية العملية ويأخذ في التناقص تدريجيا مع الوقت وذلك مع جميع المعاملات كما يبين ميل المنحني لكل معاملة أن معدل التجفيف يكون اعلي كلما زادت درجات الحرارة أو سرعات الهواء وذلك أيضا مع كل من السمك الكامل والمفروم.

إيجاد ثابت التجفيف (k)

يبين جدول (١) قيم ثابت التجفيف (k) المتحصل عليها عند مختلف درجات الحرارة وسرعات الهواء المستخدمة لكل من السمك الكامل والمفروم وكانت قيم الجذر التربيعي (R^2) تتراوح بين ٠,٩٦ و ٠,٩٩ ، يلاحظ أن قيم k تزداد بإطراد مع زيادة كل من درجات الحرارة وسرعات الهواء كما يلاحظ أنها كانت أعلي مع السمك المفروم عن السمك الكامل.

جدول (١) قيم ثابت التجفيف (k).

T (°C)	k (min^{-1})					
	أسمك كاملة			أسمك مفرومة		
	V=1.2 m/s	V=1.7 m/s	V=2.2 m/s	V=1.2 m/s	V=1.7 m/s	V=2.2 m/s
40	0.0046	0.0057	0.0067	0.0058	0.0069	0.0081
50	0.0057	0.0069	0.0082	0.0066	0.0080	0.0099
60	0.0065	0.0078	0.0092	0.0076	0.0089	-
70	0.0079	0.0090	0.0118	0.0094	0.0122	-

بعمل علاقة بين درجات الحرارة وقيم ثابت التجفيف (k) (معادلة ٥) مع مختلف سرعات الهواء المستخدمة نتجت ثلاث معادلات (شكل ٥) لكل من السمك الكامل والمفروم بفروق غير معنوية:

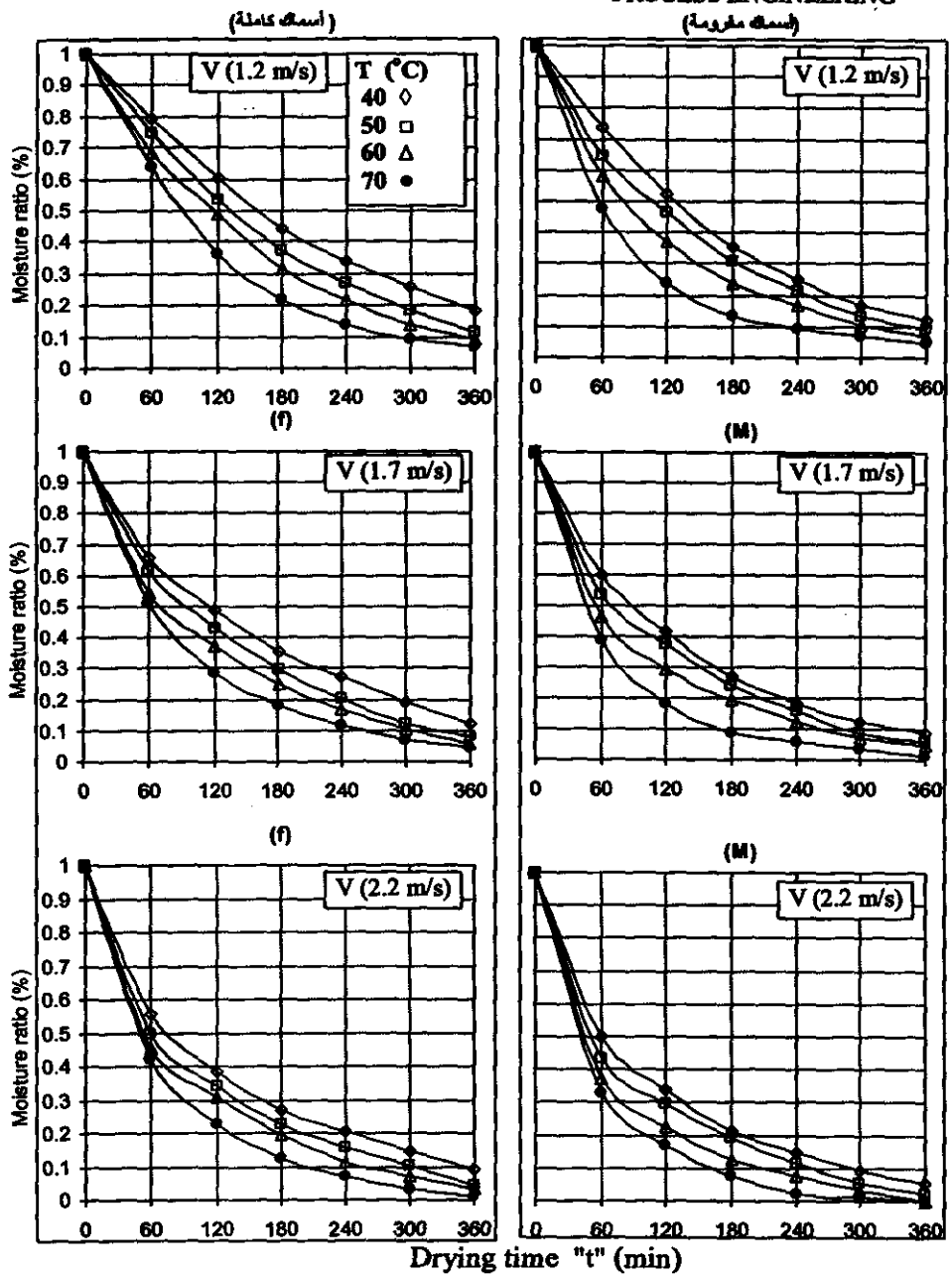
$$k = C\,T \qquad (5)$$

حيث: (C) = مقدار ثابت

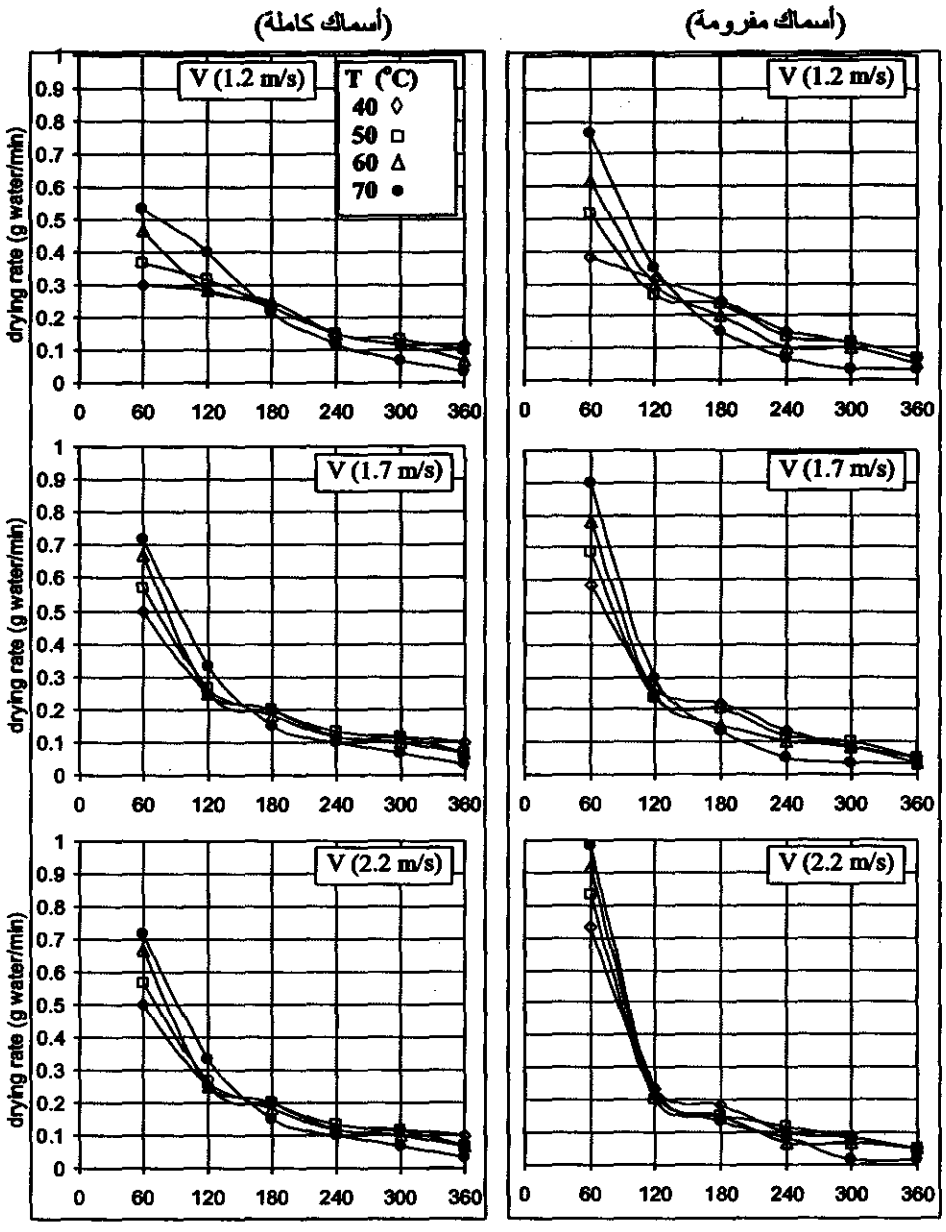
(T) = درجة حرارة هواء التجفيف (°C)

بإدراج سرعات الهواء في علاقة مع الثوابت (C) للمعادلات الثلاث (شكل٦) نتجت المعادلة (٦)، بالتعويض بالمعادلتين ٥ و ٦ فى معادلة ٤ يمكن استنتاج المعادلة التالية مع $R^2 = 0.75$ لكل من السمك الكامل والمفروم:

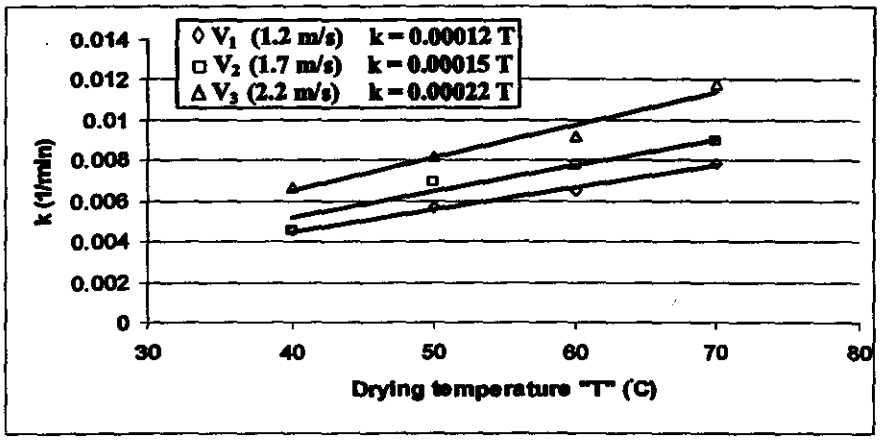
$$MR = e^{-0.00012(V)(T)(t)}$$



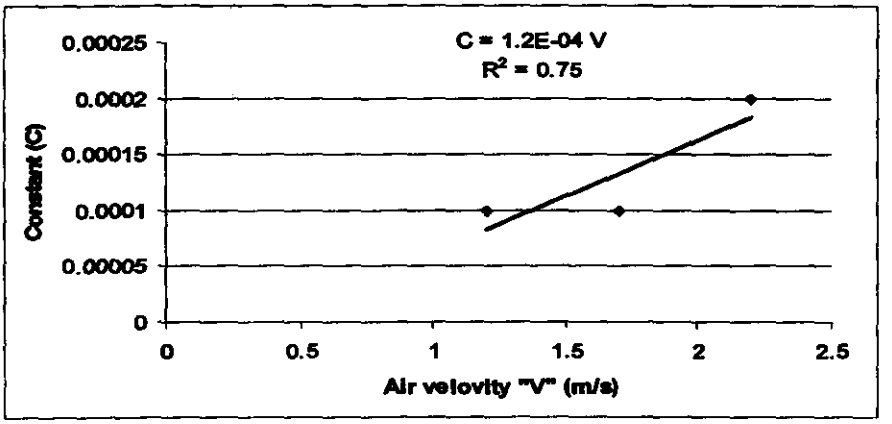
شكل (٣): تأثير زمن التجفيف "t" علي نسبة التجفيف "MR" لكل من السمك الكامل والمفروم عند مختلف درجات الحرارة وسرعات الهواء.



شكل (٤): تأثير زمن التجفيف "t" علي معدل التجفيف لكل من السمك الكامل والمفروم عند مختلف درجات الحرارة وسرعات الهواء.



شكل (٥): علاقة بين درجة حرارة التجفيف "T" وثابت التجفيف "k"



شكل (٦): علاقة بين سرعة هواء التجفيف "V" والثابت "C"

REFERENCES

Clancy S., Beames R., Higgs D., Dosanjh B., Haard N., and Toy (2006). Influence of spoilage and processing temperature on the quality of marine fish protein sources for salmonids. Issue Aquaculture Nutrition 1(3) 169–177.

Kilic A. (2009). Low temperature and high velocity (LTHV) application in drying: Characteristics and effects on the fish quality. Journal of food engineering 91, 173-182.

Lantry B. F. and Gorman R. O. (2007). Drying Temperature Effects on Fish Dry Mass Measurements, Journal of Great Lakes Research 33(3):606-616.

Li H., and Merey R. V., (1984). Thin-layer drying of yellow dent corn. Trans. ASAE:581-585.

Miditli A., and Kucuk, H., (2003). Mathematical modeling of thin layer drying of pistachio by using solar energy. Energy Conversion and management 44, 1111-1122.

Midilli A., Olgun H., Rzayev P., Ayhan T., (2000). Drying and conservation conditions of pollen. Journal of the science of food and agriculture 80, 1972-1980.

Rodrigo B., Koller W., Wolf W. and Walter E.L. (2002). Stability of n-3 Fatty Acids of Fish Protein Concentrate during Drying and Storage. Food Science and Technology 30 (5): 508-512.

هيئة الثروة السمكية، موقع الهيئة على الإنترنت hettp://gafrd.cenanaonline.com

ENGLISH SUMMERY

DRYING OF FISHY FARM RESIDUALS

ǫA. El Said*, F. Zabady* And S. Dosoky*

The present study investigates the drying of small Tilapia fish witch were residual after the hunting process of fishy farms for converted to animal fodder. For this purpose, a single layer drying with hot air was applied, the following experimental conditions were used:

drying temperature (40, 50, 60, 70 °C), air velocity (1.2, 1.7, 2.2 m/s) and drying time up to 360 min with completed or chop up fish.

***Lecture of Agric. Eng.; Faculty of Agric.; Al-Azhar Uni. (Cairo)**

The result shown that the final moisture content of drying fish samples was 50-75% d.b. at mentioned conditions, the drying rate was increase with increasing drying temperature and air velocity, the lowest moisture ratio (MR %) can be obtained with completed fish was 0.011 d.b. at 70 °C, 2.2 m/s air velocity and 360 min, while with chop up fish MR was decrease to zero at the same of treatment. Using the experimental results and curve fitting the following equation was derived.

$$MR = e^{-0.00012(V)(T)(t)}$$

where: ***MR*** is the moisture ratio (%); ***V*** the air velocity; ***T*** the drying temperature and ***t*** is the drying time.