تصميم المكبر الليفي المطعم بايونات الاربيوم باستخدام واجهة المستخدم الرسومية

فرات يونس عبد الرزاق العبايجي

جامعة الموصل قسم هندسة البرمجيات
E-Mail: Furat_al2006@yahoo.com

الخلاصة

في هذا البحث قدمنا برنامجاً باستخدام واجهة المستخدم الرسومية(GUI) ضمن برنامج matlab إصدار (6.5).حيث يقوم هذا البرنامج بإعطاء المستخدم أمكانية تصميم المكبر الليفي المطعم بايونات الاربيوم(EDFA) من حيث السهولة والمرونة والأشكال التوضيحية والاختيارات الكثيرة ليتسنى للمستخدم اختيار وتصميم المكبر من ناحية كسب المكبر وشكل الضوضاء واللذان يعتبران من العناصر المهمة في تصميم أي مكبر.

الكلمات الدالة : matlab إصدار(6.5),واجهة المستخدم الرسومية,المكبر الليفي المطعم بايونات الاربيوم.

Design The Erbium Doped Fiber Amplifier by using Graphic User Interface(GUI)

Furat.y.Abdul-Razak

Dept.of Software Eng., University of Mosul,Iraq
E-Mail: Furat_al2006@yahoo.com

Abstract

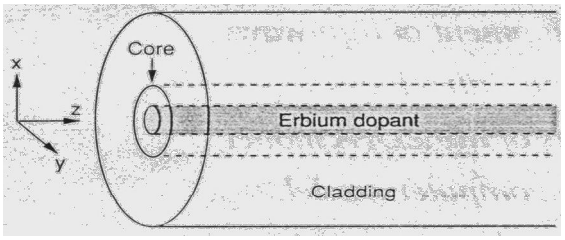
In this paper we introduction a new design programming to graphic user interface (GUI) in MATLAB v.6.5. this program gives to the user ability of using it in the design of the Erbium Doped Fiber Amplifier (EDFA) through the easiness, flexibility, and clear figures with multi options to help the user to choose and design the amplifier through the best gain and noise figure.

Key Word: matlab v.6.5, GUI Programming, Erbium Doped Fiber Amplifier.

1- المقدمة :

منذ أربعة عقود تم اكتشاف أهمية استخدام الأيونات الأرضية النادرة والتي تمتاز بوسط ذو عامل كسب موجب عند استخدامها في تكوين مكبر ليفي ضوئي . إذ أن هذه المكبرات الليفية لم تدخل حيز البحث (Erbium والتطوير ألا بعد تحقيق اقل فقد في التطعيم الخاص بالألياف الضوئية. أن مادة الاربيوم (هي من العناصر المعدنية الأرضية النادرة ورمزها الأيوني هو (Er^{+3}). فعندما تستخدم هذه الايونات في تطعيم جزء من لب الليف (هذه الأيونات تطعم مع مادة الليف الضوئي مثل زجاج السليكا) ومع وجود قوة ضخ خارجية فأننا سوف نحصل على مكبر ليفي مطعم بأيونات الاربيوم (Erbium Doped Fiber Amplifier "EDFA").

ويبين الشكل (1) عملية تطعيم جزء ضيق من الليف الضوئي بأيونات الاربيوم (Er^{3+})[1].



الشكل(1) تطعيم أيونات الاربيوم في لب الليف

ولغرض تحقيق إثارة للإلكترونات الواقعة في المدار الخارجي وجعلها تكون في حالات الطاقة العالية يتم استخدام مضخ ضوئي خارجي عبر قارن ليفي ، إذ تمر عبر الإدخال الأخر للقارن الليفي الأشعة الضوئية الساقطة المراد تكبيرها [1,2].

إذ أن مكبر الاربيوم(EDFA) يعمل بكفاءة عالية فقط عند مدى من الأطوال الموجية والتي هي حزمة(C) (تتراوح مابين nm(1530-1565)) وحزمة (L)(تتراوح مابين nm(1570-1610)), في الوقت الحاضر جاري البحث والتطوير حول هذا المكبر لكي يعمل عند حزمة (S) (تتراوح مابين nm(1455-1510))،والذي فيه يتحقق اقل فقد لليف الضوئي[2,3]. أن الكسب لمكبر الاربيوم قد تم إنجازه بواسطة ايونات الاربيوم المحفزة عن طريق ظاهرة الانبعاث المحفز, والتي تتم من خلال تحقيق ظاهرة الانقلاب التعدادي, إذا أن هذه الظاهرة تعتمد على حالات الطاقة للايونات المستخدمة في التطعيم.

من الممكن أن تتعرف على خصائص هذا المكبر وطريقة عمله فهي موضحة في المصادر[3,2,1] . أن الفائدة الكبيرة لهذا المكبر في عالم الاتصالات قادتنا بان تقدم هذا البرنامج ليتسنى للمستخدم سهولة تصميم هذا المكبر حسب المنظومة الخاصة به.حيث أن هذا البرنامج لم يكن معهودا من قبل بهذه الصيغة السهلة والواضحة.

2- واجهة المستخدم الرسومية Graphical User Interface(GUI):

هو واجهة المستخدم الرسومية التي تبين خواصه الهيكلية مثلbuttons, text fields, sliders حيث يمكن تنفيذ هذه الواجهة كشكل نوافذ تتضمن أساليب مختلفة من (uicontrol objects). وعليه يجب أن تبرمج كل object لأداء العمل المقصود عندما تنشط من قبل المستخدم[4].

أن عملية التطبيق لبيئة تطوير واجهة المستخدم الرسومية تتضمن مهمتين أساسيتين هما أولا عرض مكونات واجهة المستخدم الرسومية وثانيا برمجة مكونات واجهة المستخدم الرسومية.

أن تنفيذ واجهة المستخدم الرسومية تتم من خلال استخدام الدليل Guide الذي يعطي سهولة في عرض المكونات بشكل تفاعلي ولتوليد الملفين الآتين[4,5,6]:

a- FIG-File : يضم مصطلح شكل واجهة المستخدم الرسومية وكل التفرعات axes and uicontrols بالإضافة إلى قيم خصائص Object.

b- M-File : يضم كل الدوال التي تنطلق وتسيطر على واجهة المستخدم الرسومية والاستدعاء الخلفي الذي يعرف كدالة ثانوية.

للبدء بعملية تنفيذ واجهة المستخدم الرسومية تتضمن الأقسام التالية:

- اختيار خيارات تطبيق الدليل لتهيئة كلاً من خيارات M-File&Fig-File
- استعمال محرر التخطيط (Layout Editor) للبدء بعرض واجهة المستخدم الرسومية.
- فهم تطبيق M-File لفهم تقنيات البرمجة المستعملة في تطبيق M-File.

- تطبيق التقنيات لرؤية مجموعة الأمثلة التي تعرض التقنيات المفيدة لتنفيذ واجهة المستخدم الرسومية.

يتضمن الـــ MATLAB مجموعة أدوات التخطيط التي تبسط عملية تكوين واجهة المستخدم الرسومية, وهي[4]:

- محرر التخطيط: يضيف ويرتب الـــ Objects في شكل النافذة.
- ترتيب الأداة (Alignment Tool): يرتب الـــ Objects حسب علاقتها مع بعضها البعض.
- Property inspector: يضم قيم الخصائص.
- متصفح الـــ Objects: يتصفح اويلاحظ القائمة المرتبة من تحميل الرسومات في دورة الـــ matlab الحالية.

3- تكوين M-file & FIG-file :

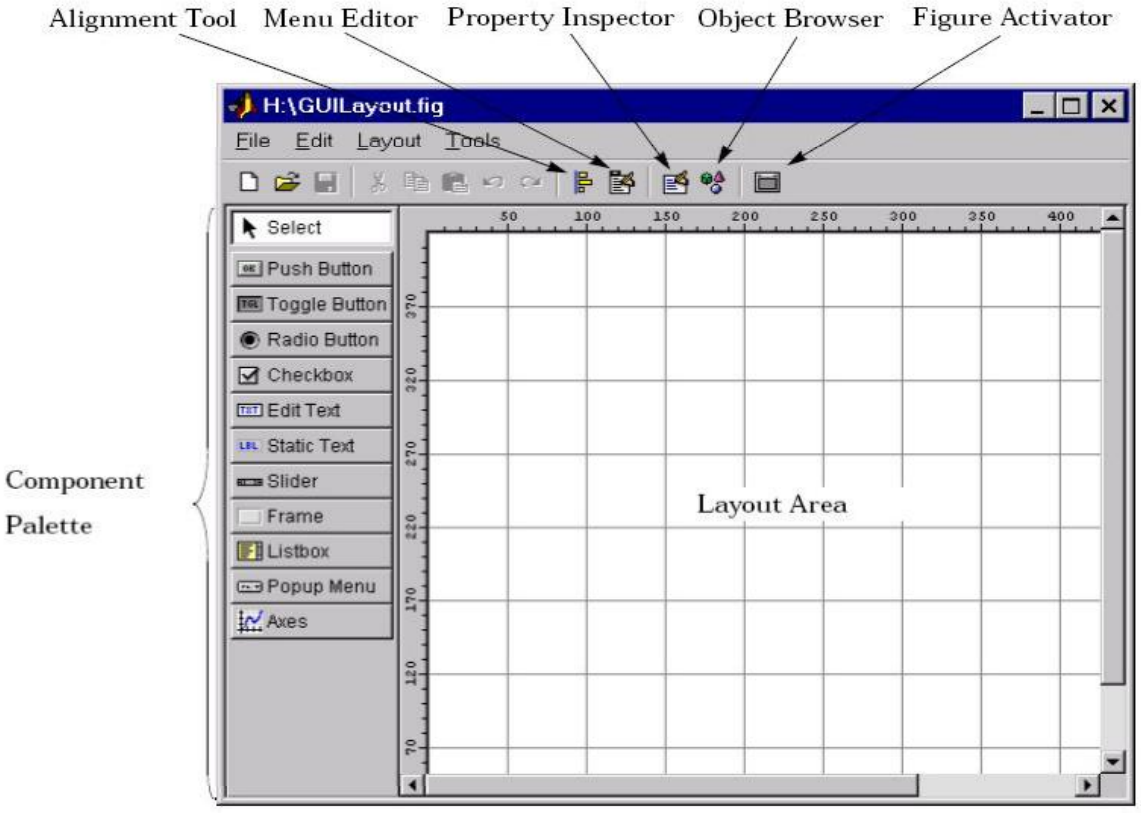
اختيار توليد M-file & FIG-file من خيارات تطبيق الدليل إذا كنت تريد الدليل ينشئ كلاً من M-file & FIG-file.

عندما تختار هذا الخيار الذي يمكنك أن تختار أياً من العناصر التالية في أطار تشكيل M-file :

- توليد نماذج دوال الاستدعاء الخلفي.
- يسمح بتطبيق حالة واحدة للتنفيذ.
- استعمال مخطط لون خلفية النظام.

الشكل الأتي يبين واجهة البرنامج لتصميم واجهة المستخدم الرسومية:

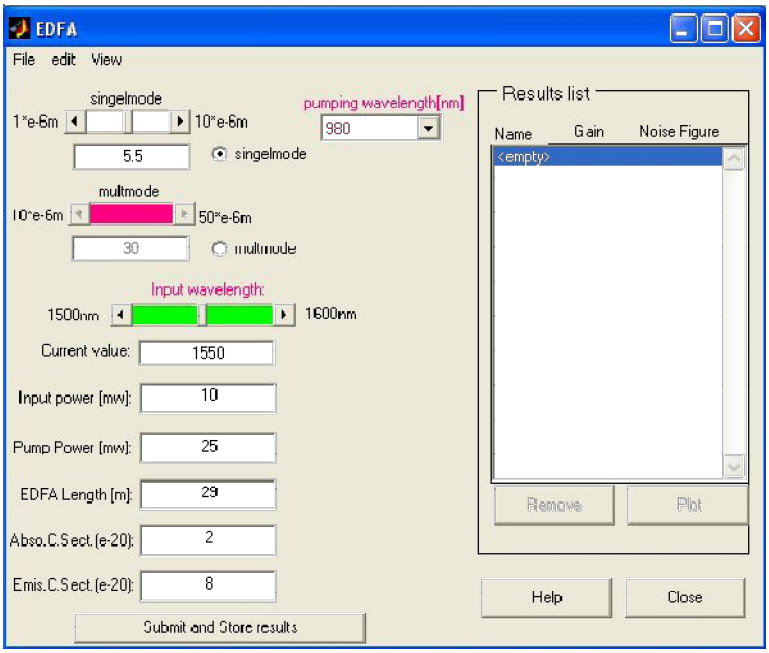
من خلال الشكل أعلاه نلاحظ على اليسار جميع الـــ Guicontrols التي يوفرها هذا البرنامج حيث بلمسة بسيطة على هذه المكونات وسحبها إلى مساحة التخطيط تستطيع أن تصمم الواجهة المراد تصميمها.ومن خلال المساعدة التي يقدمها الـــ matlab تستطيع أن تستخدم هذه المكونات في تصميم واجهتك[7].



الشكل (2) واجهة تصميم برنامج واجهة المستخدم الرسومية (GUI)

4-النتائج والمناقشة:

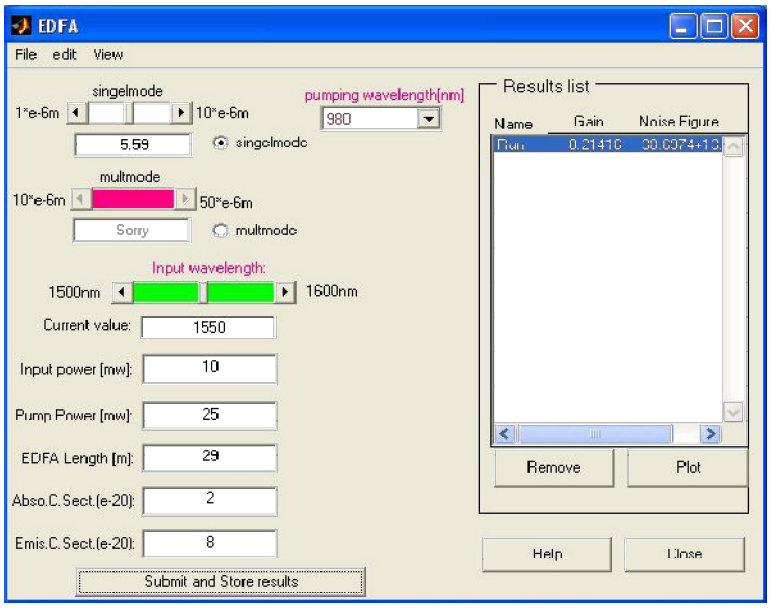
في تصميم برنامجنا هذا أعطى للمستخدم كافة الخيارات المتاحة في تصميم المكبر الليفي المطعم بايونات الاربيوم. حيث الشكل أدناه يبين واجهة البرنامج المصمم



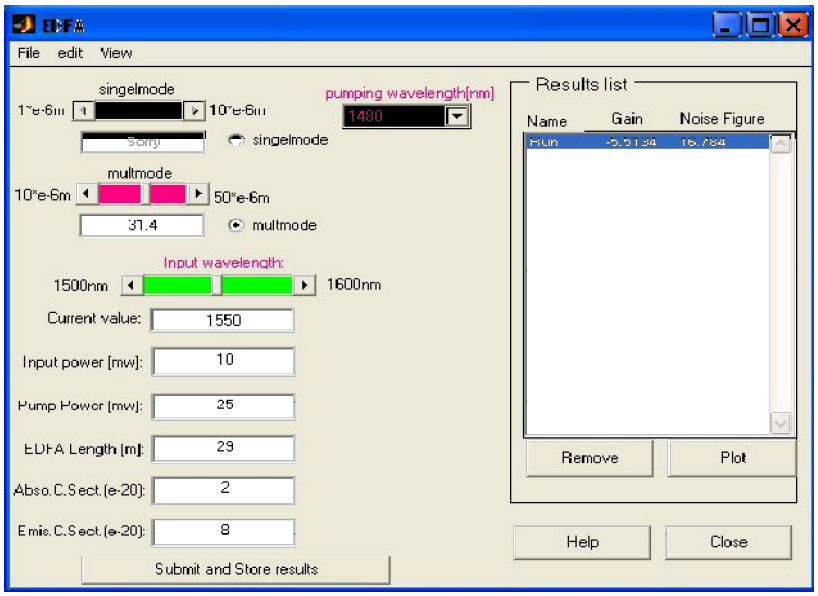
الشكل (3) واجهة البرنامج لتصميم المكبر الليفي المطعم بايونات الاربيوم(EDFA)

من خلال الشكل اعلاه نلاحظ إن جميع المكونات التي وفرها هذا البرنامج قد استخدمت لكي تبين إمكانية هذا البرنامج من حيث التصميم.

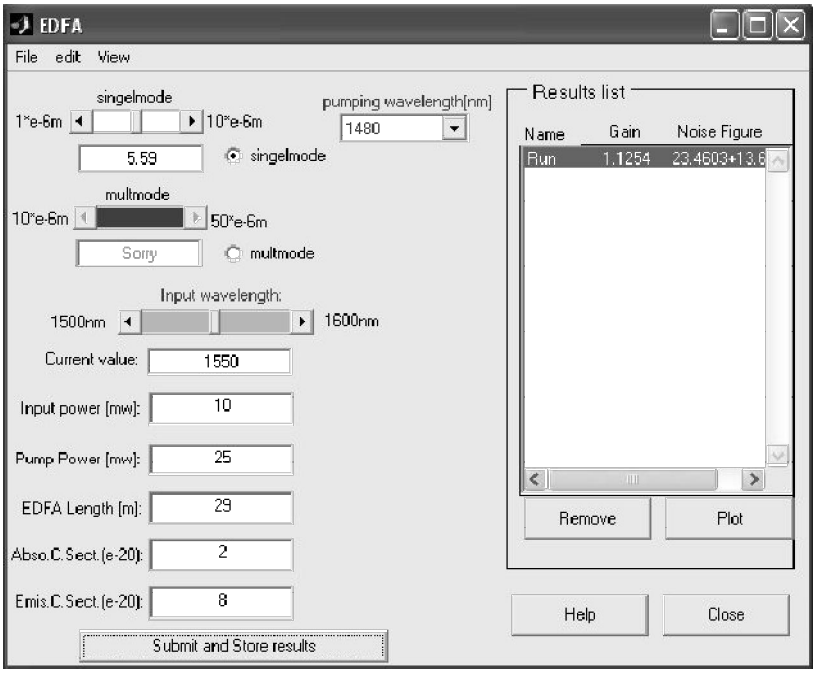
إن الخيارات التي أعطاها هذا التصميم توفر للمستخدم كافة الأدوات التي من خلالها يستطيع أن يصمم المكبر المراد تصميمه من حيث كسب المكبر وشكل الضوضاء(Noise Figure), واللذان يعتبران من أهم الأدوات في تصميم أي مكبر. نلاحظ من الشكل اعلاه إن جهة اليسار هي قيم الإدخال التي تساهم في تصميم المكبر الليفي المطعم بايونات الاربيوم من حيث نوع الليف المستخدم إن كان أحادي النمط (single mode) أو متعدد الأنماط (multi mode).أيضا ممكن أن تختار طول المكبر(EDFA Length) وقدرة الإدخـــال(Input Power) وقدرة المضخ(Pumping Power) والطول ألموجي للمضخ (هنـــاك نوعان همـــا 980nm ,1480nm) والطـــول ألموجـــي لإشارة الإدخال المـــــراد تكبيرها والمقطع العرضي للامتصاص (absorption cross section) والمقطع العرضي للانبعاث(Emission cross section). عن طريق المصادر[1,2] ممكن أن تعرف الكثير عن هذه العناصر.بعد اختيار قيم الإدخال أعلاه لتصميم المكبر المراد استخدامه تستطيع أن تنفذ البرنامج عن طريق الضغط على الاختيار (submit and store result).



الشكل (4) واجهة البرنامج بعد التنفيذ(ليف أحادي النمط مع الطول ألموجي للمضخ (980nm

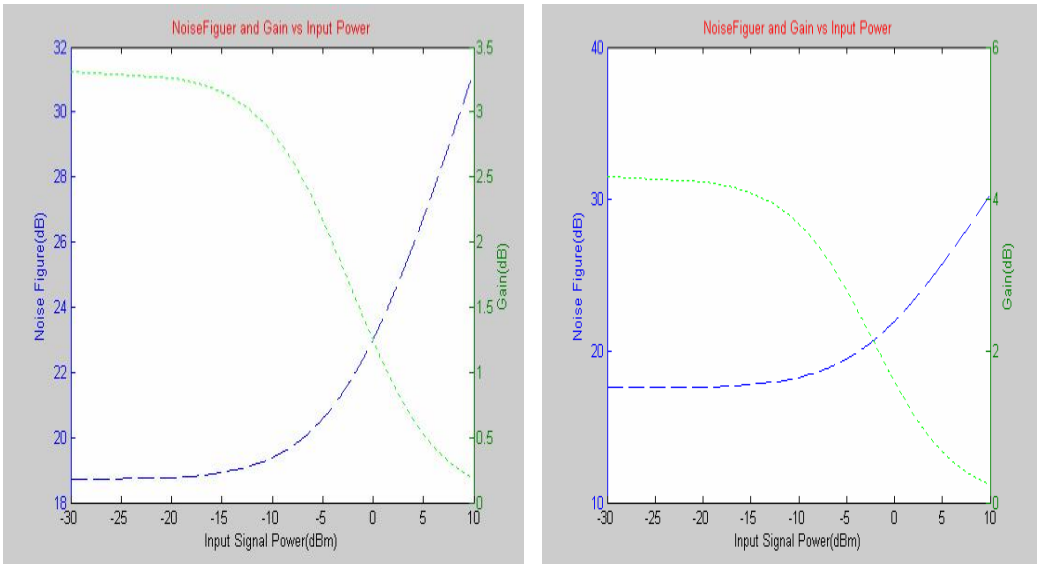


الشكل(7) واجهة البرنامج بعد التنفيذ (متعدد الأنماط مع الطول ألموجي للمضخ (1480nm)



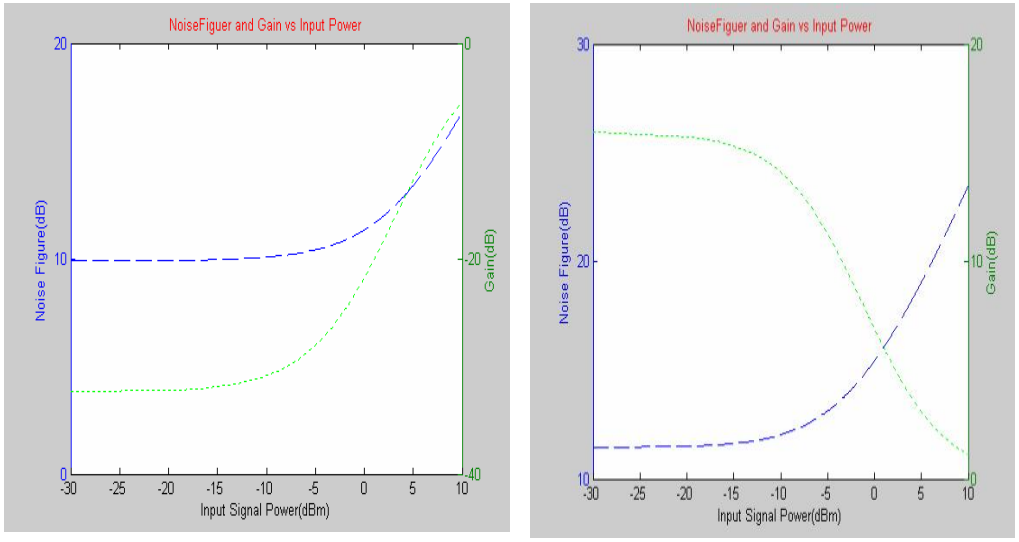
الشكل(8) واجهة البرنامج بعد التنفيذ (أحادي النمط مع الطول

بعد التنفيذ نلاحظ النتائج على جهة اليمين من البرنامج في قائمة النتائج(Results list), حيث تبين قيم كل من كسب المكبر وشكل الضوضاء أيضا نلاحظ بعد التنفيذ أن الاختيار رسم(plot) واختيار إزالة (Remove) قد أصبحا مفعلين بحيث عن طريقهم أما أن تزيل النتائج(بالضغط على الاختيار إزالة) أو ممكن رسم النتائج (بالضغط على الاختيار رسم).الشكل أدناه يبين رسم النتائج حسب القيم التي استخدمت في الادخالات الموجودة على البرنامج



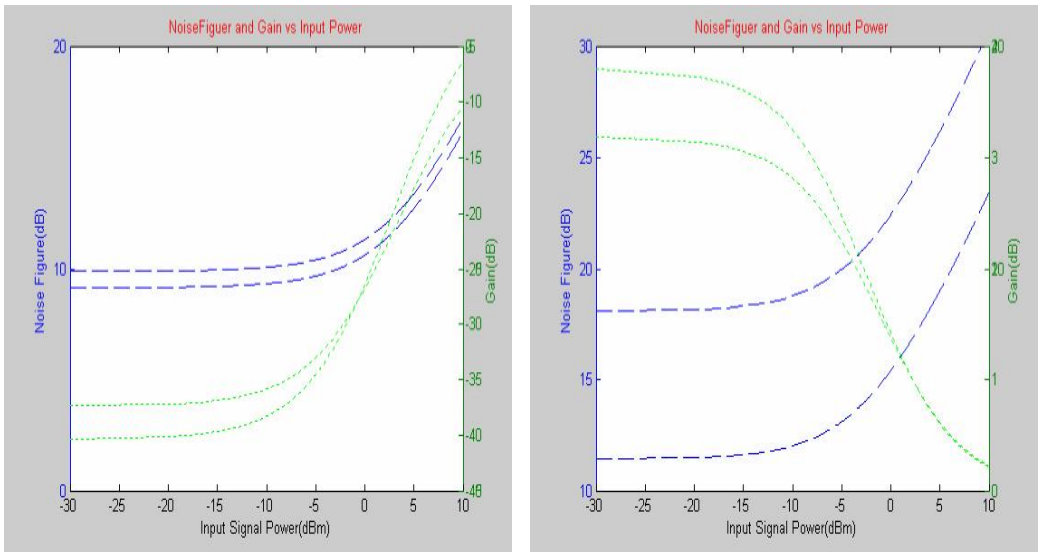
الشكل(6) كسب المكبر مقابل شكل الضوضاء مع التغير في قدرة أشارة الإدخال
(اليمين الليف أحادي النمط واليسار متعدد الأنماط عند (980nm))

أيضا ممكن أن نبين أدناه مثال أخر على أمكانية هذا البرنامج في عملية تصميم المكبر.
الشكل أدناه يبين رسم النتائج حسب القيم التي استخدمت في الادخالات الموجودة على البرنامج أعلاه (نفس قيم الادخالات مع التغير في الطول ألموجي للمضخ من 980nm إلى 1480nm).

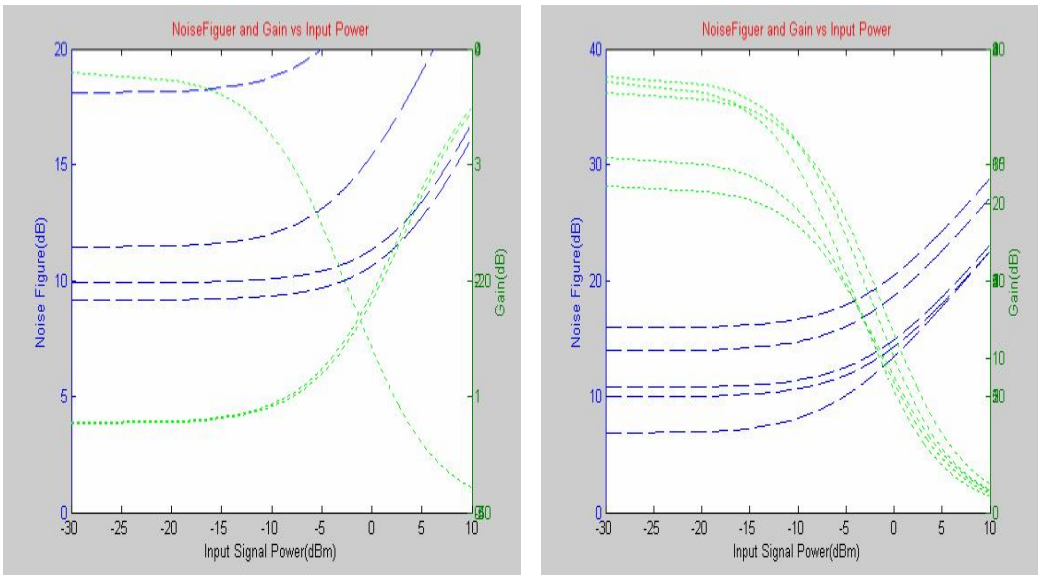


الشكل (9) كسب المكبر مقابل شكل الضوضاء مع التغير في قدرة أشارة الإدخال
(اليمين الليف أحادي النمط واليسار متعدد الأنماط عند(1480nm))

يعطي هذا البرنامج أيضا إمكانية أظهار النتائج مع بعضها ليتسنى للمصمم أن يجري عملية مقارنة بين نتائجه حتى يستطيع أن يختار أفضل تصميم للمكبر من حيث كسب المكبر وشكل الضوضاء. والأشكال أدناه تبين هذه الإمكانية.
من خلال النظر لواجهة البرنامج نلاحظ أن هناك أمكانية أخرى يوفرها للمستخدم, حيث بعد الانتهاء من التصميم يمكن غلق البرنامج (عن طريق الاختيار Close) أو طلب المساعدة أما عن طريق الانترنيت أو مساعدة الـــ Matlab (عن طريق الاختيار Help).

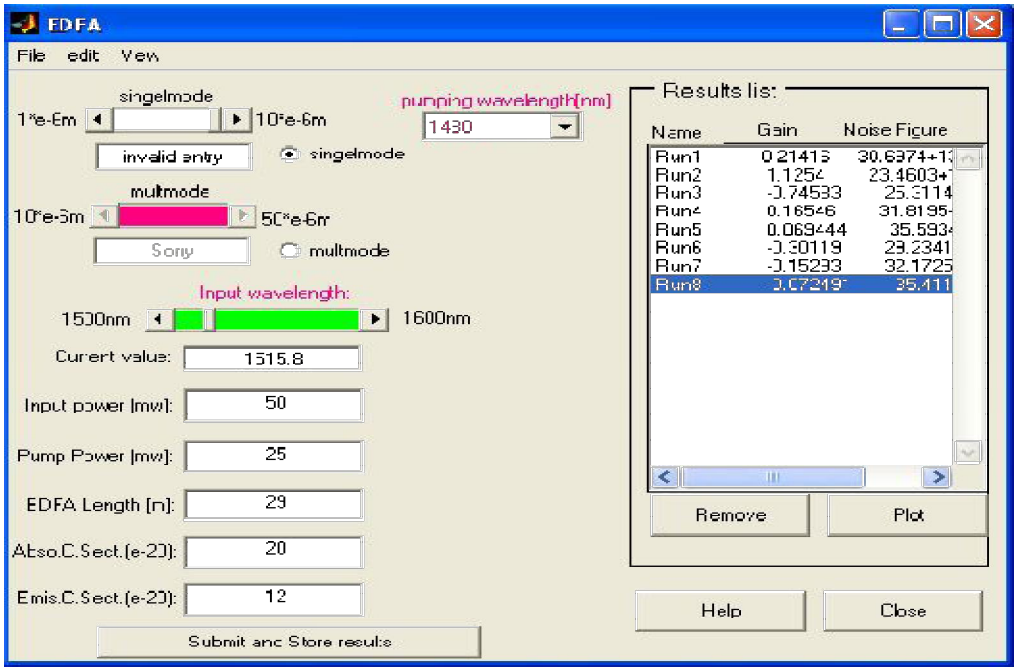


الشكل(10) كسب المكبر مقابل شكل الضوضاء مع التغير في قدرة أشارة الإدخال (اليمين أحادي النمط واليسار متعدد الأنماط مع التغير في الطول ألموجي للمضخ من-1480nm 980nm



الشكل(11) كسب المكبر مقابل شكل الضوضاء مع التغير في قدرة أشارة الإدخال (عدة نتائج في رسم واحد)

أن الخيارات المتعددة التي يوفرها برنامج واجهة المستخدم الرسومية تعطي للمستخدم مرونة في عملية التصميم للمكبر الليفي المطعم بايونات الاربيوم, حيث يوفر أمكانية عرض جميع عمليات التنفيذ بحيث تكون قيم كل من كسب المكبر وشكل الضوضاء موجودة أمامك في قائمة عرض النتائج.بحيث يمكن أن تختار أياً من هذه النتائج لرسم كل واحدة منها لوحدها أو مجتمعة مع غيرها في شكل واحد حتى يستطيع المستخدم أن يجري عملية مقارنة بين النتائج ويختار أفضل نتيجة لتصميمه للمكبر, كما موضح في الإشكال سابقا.وفي حالة إدخال قيم اكبر من المدى المسموح به في التصميم سوف تظهر رسالة تبين خطا الإدخال (invalid entry) وإذا تكررت هذه الحالة أكثر من عشر مرات سوف يغلق البرنامج. والشكل أدناه يبن هذه الإمكانية على واجهة البرنامج.



واجهة البرنامج يوضح عدة عمليات تنفيذ في قائمة النتائج(12)الشكل

5- الاستنتاجات والأعمال المستقبلية:

يمكن أن نوضح الاستنتاجات بعدة نقاط:

1. مرونة في تصميم المكبر الليفي المطعم بايونات الاربيوم.
2. يعطي برنامج واجهة المستخدم الرسومية خيارات عديدة للتصميم وعمليات التنفيذ.
3. يوفر سرعة عالية في التصميم وأجراء مقارنة بين النتائج بحيث تختار أفضل نتيجة.
4. سهولة في التعامل مع البرنامج بصورة واضحة ودقيقة.

أما بالنسبة للأعمال المستقبلية فيمكن أن تتلخص بعدة نقاط:

1. يمكن إدخال القيم الفيزيائية في عملية التصميم مثل كمية التطعيم ونوعية مادة الليف والخ.
2. يمكن ادخال عملية تصميم الاتصال المتعدد بتقسيم الطول الموجي (WDM) لما له أهمية في الاتصالات الحديثة.
3. أمكانية إضافة المرشحات في عملية التصميم والتي تعتبر مهمة في تسوية الكسب عندما يكون هناك عدة أشارات ادخال على نفس خط الإرسال مع (WDM).
4. عمل التصميم يضم نوع أخر من المكبرات والذي يسمى (Hybrid Amplifier) إذ يتركب هذا المكبر من مكبر الاربيوم ومكبر رامان, حيث يستخدم في عملية تسوية الكسب.

المصادر: **References:**

[1]: Max Ming-Kang Lin "***Principles and Applications of optical Communications*** **",**McGraw-hill, New York, 1998.

[2]: Gerd keiser, "***Optical Fiber Communications*** **",**McGraw-Hill Higher Education, www.mhhe.com International Editions 2000, and the web site

[3]: Furat Younis AL-Abaje "***Characteristics of Erbium Doped Fiber Amplifier (EDFA)",***M.Sc Thesis in Computer Engineering, University of mosul, Iraq, 2004.

[4]: http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/techdoc/ creating_guis/f6-8865.html

[5]: http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/techdoc/ref/num2str.html.

[6]: Doug Schwarz "***GUI Programming in MATLAB 5",***20 February1997, http://instruct1.cit.cornell.edu/courses/bionb441/ GUIde sign/ guiprog.html.

[7]: " ***GUI Programming in MATLAB V. 6.5"***

تم اجراء البحث في كلية الهندسة – جامعة الموصل