# وثائق المشروع: عالم بعيد - البحث عن الكواكب الخارجية باستخدام الذكاء الاصطناعي

## 1. مقدمة

تحدد هذه الوثيقة المشروع الذي تم تطويره استجابة لتحدي تطبيقات الفضاء التابع لوكالة ناسا لعام 2025، بعنوان "عالم بعيد: البحث عن الكواكب الخارجية باستخدام الذكاء الاصطناعي". الهدف الأساسي لهذا المشروع هو الاستفادة من الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي (AI/ML) لأتمتة اكتشاف وتصنيف الكواكب الخارجية باستخدام مجموعات بيانات ناسا المتاحة للجمهور. تهدف هذه المبادرة إلى تسريع عملية اكتشاف الكواكب خارج نظامنا الشمسي، متجاوزة طرق التحليل اليدوية التقليدية.

## 2. نظرة عامة على التحدي

يتناول تحدي "عالم بعيد: البحث عن الكواكب الخارجية باستخدام الذكاء الاصطناعي" الحاجة المتزايدة للحلول الآلية في علم الكواكب الخارجية. تاريخياً، كان تحديد الكواكب الخارجية، وخاصة تلك التي تم اكتشافها عبر طريقة العبور، عملية تتطلب عمالة كثيفة. لقد أنتجت بعثات مثل كيبلر و K2 و TESS كميات هائلة من البيانات، مما أدى إلى اكتشاف آلاف الكواكب الخارجية. ومع ذلك، فإن الحجم الهائل لهذه البيانات يتطلب مقاربات حسابية متقدمة لتحديد المرشحين الجدد بكفاءة وتأكيد الموجودين.

### 2.1. بيان المشكلة

المشكلة الأساسية هي الطبيعة اليدوية والمستهلكة للوقت لتحديد الكواكب الخارجية من مجموعات البيانات الفلكية الكبيرة. بينما الخبرة البشرية لا تقدر بثمن، فإن حجم البيانات من التلسكوبات الفضائية الحديثة يطغى على قدرات المعالجة اليدوية، مما قد يؤخر الاكتشافات ويحد من نطاق البحث.

### 2.2. أهداف التحدي

يتطلب التحدي إنشاء نموذج ذكاء اصطناعي/تعلم آلي مدرب على مجموعات بيانات الكواكب الخارجية مفتوحة المصدر التابعة لناسا. بالإضافة إلى قدرات النموذج التنبؤية، فإن المكون الحاسم هو تطوير واجهة ويب سهلة الاستخدام. يجب أن تمكن هذه الواجهة المستخدمين من التفاعل مع النموذج، وتحليل البيانات الجديدة، وربما المساهمة في تحسينه المستمر. يشجع المشروع المرونة في اختيار التقنيات، مما يسمح للمشاركين باستخدام أي لغات برمجة مفتوحة المصدر، أو مكتبات تعلم آلي، أو حلول برمجية.

## 3. خلفية عن اكتشاف الكواكب الخارجية

علم الكواكب الخارجية هو مجال يتطور بسرعة، مدفوعاً ببعثات فضائية مخصصة لاكتشاف وتوصيف الكواكب خارج نظامنا الشمسي. الطريقة الأساسية ذات الصلة بهذا التحدي هي **طريقة العبور**.

### 3.1. طريقة العبور

تتضمن طريقة العبور ملاحظة انخفاض طفيف ودوري في سطوع النجم. يحدث هذا التعتيم عندما يمر كوكب خارجي مباشرة أمام نجمه المضيف من منظور مراقب (مثل تلسكوب فضائي). يوفر مدة وعمق هذا الانخفاض في الضوء معلومات حاسمة حول حجم الكوكب الخارجي، وفترة مداره، وخصائص أخرى. لقد حققت هذه الطريقة نجاحاً كبيراً، مما أدى إلى اكتشاف غالبية الكواكب الخارجية المعروفة.

### 3.2. البعثات الرئيسية ومصادر البيانات

كانت العديد من بعثات ناسا أساسية في جمع البيانات المستخدمة لاكتشاف الكواكب الخارجية:

* **تلسكوب كيبلر الفضائي:** أُطلق في عام 2009، وكان كيبلر بعثة رائدة رصدت منطقة واحدة من السماء لما يقرب من عقد من الزمان. وقد وفر مجموعة بيانات غير مسبوقة لعبور الكواكب الخارجية، مما أدى إلى آلاف الاكتشافات.
* **بعثة K2:** بعد البعثة الأولية لكيبلر، استخدمت بعثة K2 نفس الأجهزة ولكنها مسحت حقول رؤية مختلفة عبر مستوى مسار الشمس. واستمرت في جمع بيانات عبور قيمة، وإن كان ذلك باستراتيجية رصد مختلفة.
* **قمر المسح العابر للكواكب الخارجية (TESS):** أُطلق في عام 2018، وهو خليفة كيبلر، ومصمم لإجراء مسح شامل للسماء للكواكب الخارجية العابرة. يركز TESS على النجوم الأكثر سطوعاً والأقرب، مما يسهل على التلسكوبات الأرضية متابعة الاكتشافات وتوصيف الكواكب الخارجية.

لقد أنتجت هذه البعثات مجموعات بيانات واسعة، والتي لا تشمل الكواكب الخارجية المؤكدة فحسب، بل تشمل أيضاً المرشحين للكواكب الخارجية والإيجابيات الكاذبة. هذه البيانات المصنفة حاسمة لتدريب نماذج التعلم الآلي الخاضعة للإشراف.

## 4. نهج المشروع والمنهجية

يركز مشروعنا على تطوير خط أنابيب قوي للذكاء الاصطناعي/التعلم الآلي لتحديد الكواكب الخارجية، مدعوماً بواجهة ويب بديهية.

### 4.1. الحصول على البيانات ومعالجتها الأولية

سيستخدم المشروع مجموعات البيانات المتاحة للجمهور من ناسا، وتحديداً:

* **أجرام كيبلر ذات الأهمية (KOI):** تحتوي مجموعة البيانات هذه على معلومات شاملة عن الكواكب الخارجية المؤكدة والمرشحين والإيجابيات الكاذبة من بعثة كيبلر. تشمل المتغيرات الرئيسية فترة المدار، ومدة العبور، ونصف قطر الكوكب.
* **أجرام TESS ذات الأهمية (TOI):** على غرار KOI، توفر مجموعة البيانات هذه تصنيفات (الكواكب الخارجية المؤكدة، المرشحين للكواكب، الإيجابيات الكاذبة، المرشحين للكواكب الغامضين، الكواكب المعروفة) من بعثة TESS.
* **كواكب ومرشحي K2:** توفر مجموعة البيانات هذه تصنيفات من بعثة K2.

ستتضمن خطوات المعالجة الأولية التعامل مع القيم المفقودة، وتطبيع الميزات، وربما هندسة ميزات جديدة من البيانات الخام لتعزيز أداء النموذج. سيكون اختيار المتغيرات التي يجب تضمينها أو استبعادها حاسماً، كما هو موضح في وصف التحدي.

### 4.2. تطوير نموذج التعلم الآلي

يتضمن جوهر المشروع تدريب نموذج ذكاء اصطناعي/تعلم آلي. بناءً على موارد التحدي، أظهرت خوارزميات التعلم الآلي القائمة على المجموعات دقة عالية في تحديد الكواكب الخارجية. سنستكشف نماذج مثل الغابات العشوائية، وآلات تعزيز التدرج (مثل XGBoost، LightGBM)، أو ربما بنى التعلم العميق مثل الشبكات العصبية التلافيفية (CNNs) إذا سمح تنسيق البيانات (مثل منحنيات الضوء) بذلك. سيتم تدريب النموذج لتصنيف نقاط البيانات إلى فئات مثل "كوكب خارجي مؤكد"، "مرشح كوكب"، أو "إيجابي كاذب".

### 4.3. تصميم وتنفيذ واجهة الويب

تعد واجهة الويب سهلة الاستخدام مكوناً إلزامياً. ستخدم هذه الواجهة عدة وظائف:

* **تحميل/إدخال البيانات:** السماح للمستخدمين بتحميل بيانات فلكية جديدة (مثل منحنيات الضوء أو الميزات المعالجة مسبقاً) أو إدخال المعلمات يدوياً للتحليل.
* **التنبؤ بالكواكب الخارجية:** عرض تنبؤات النموذج للبيانات الجديدة، مما يشير إلى ما إذا كانت نقطة البيانات مصنفة ككوكب خارجي، أو مرشح، أو إيجابي كاذب.
* **مقاييس أداء النموذج:** تقديم إحصائيات حول دقة النموذج، ودقته، واستدعائه، ودرجة F1، مما يوفر شفافية في أدائه.
* **ضبط المعلمات الفائقة (اختياري):** قد يسمح للمستخدمين المتقدمين بتعديل بعض المعلمات الفائقة للنموذج من خلال الواجهة لمراقبة تأثيرها على التنبؤات.
* **التصور:** تصور منحنيات الضوء، وأحداث العبور، والبيانات الأخرى ذات الصلة لمساعدة المستخدمين على فهم قرارات النموذج وخصائص الكواكب الخارجية المحتملة.

## 5. الاعتبارات المحتملة والتحسينات المستقبلية

### 5.1. التركيز على الجمهور المستهدف

يمكن تصميم المشروع لجمهور مختلف:

* **الباحثون:** توفير أدوات للتصنيف السريع للبيانات الجديدة، والتصور المتقدم، والتكامل مع سير العمل الفلكي الحالي.
* **المبتدئون/المعلمون:** تقديم منصة سهلة الوصول لاستكشاف بيانات الكواكب الخارجية، وفهم طريقة العبور، والتعرف على تطبيقات الذكاء الاصطناعي/التعلم الآلي في علوم الفضاء.

### 5.2. التعلم المستمر وتحديثات النموذج

يمكن أن تتضمن الميزة المتقدمة دمج البيانات التي يوفرها المستخدم لتحسين النموذج وتحديثه باستمرار. يمكن تنفيذ ذلك من خلال استراتيجيات التعلم النشط أو إعادة التدريب الدوري باستخدام البيانات التي تم التحقق منها حديثاً.

### 5.3. التكامل مع مصادر البيانات الأخرى

بينما ينصب التركيز الأساسي على بيانات كيبلر و K2 و TESS، يمكن أن تتضمن التحسينات المستقبلية دمج البيانات من بعثات أخرى أو مراصد أرضية، مثل NEOSSat أو حتى البيانات ذات الصلة بملاحظات JWST، لتوسيع نطاق اكتشاف الكواكب الخارجية.

## 6. الخلاصة

يهدف هذا المشروع إلى تقديم حل مبتكر للذكاء الاصطناعي/التعلم الآلي لاكتشاف الكواكب الخارجية، مما يجعل العملية أكثر كفاءة وسهولة في الوصول. من خلال الجمع بين نماذج التعلم الآلي القوية وواجهة الويب التفاعلية، نسعى للمساهمة في السعي المستمر لفهم كوننا واكتشاف عوالم جديدة. يتوافق المشروع مع رؤية ناسا للعلوم المفتوحة والاستفادة من التكنولوجيا المتطورة للاستكشاف العلمي.

## 7. الأسئلة الشائعة (FAQ)

**س1: ما هو الهدف الرئيسي لهذا المشروع؟**
ج1: الهدف الرئيسي هو استخدام الذكاء الاصطناعي والتعلم الآلي (AI/ML) لاكتشاف وتصنيف الكواكب الخارجية تلقائياً من مجموعات بيانات ناسا مفتوحة المصدر، والابتعاد عن طرق التحديد اليدوية.

**س2: ما هي بيانات بعثات ناسا المستخدمة في هذا المشروع؟**
ج2: يستخدم هذا المشروع بشكل أساسي بيانات من بعثات كيبلر و K2 و TESS، وهي متاحة للجمهور.

**س3: ما هي "طريقة العبور" لاكتشاف الكواكب الخارجية؟**
ج3: تكتشف طريقة العبور الكواكب الخارجية من خلال ملاحظة انخفاض طفيف ودوري في سطوع النجم عندما يمر كوكب خارجي أمامه. يوفر هذا التعتيم معلومات حول حجم الكوكب الخارجي ومداره.

**س4: ما نوع نموذج الذكاء الاصطناعي/التعلم الآلي الذي يتم تطويره؟**
ج4: نحن نطور نموذج ذكاء اصطناعي/تعلم آلي، يحتمل أن يستخدم خوارزميات قائمة على المجموعات أو التعلم العميق، لتصنيف نقاط البيانات على أنها "كوكب خارجي مؤكد"، "مرشح كوكب"، أو "إيجابي كاذب".

**س5: هل توجد واجهة مستخدم لهذا المشروع؟**
ج5: نعم، واجهة الويب سهلة الاستخدام هي مكون حاسم. ستسمح للمستخدمين بتحميل بيانات جديدة، وعرض التنبؤات، وربما التفاعل مع معلمات النموذج.

**س6: هل يمكن للمستخدمين المساهمة ببيانات جديدة لتحسين النموذج؟**
ج6: على الرغم من أنها ليست ميزة إلزامية، إلا أن المشروع يدرس إمكانية السماح للمستخدمين بتحميل بيانات جديدة لتحديث النموذج وتحسينه باستمرار من خلال استراتيجيات التعلم النشط.

**س7: ما هي الجماهير المحتملة لهذا المشروع؟**
ج7: يمكن تصميم المشروع لكل من الباحثين الذين يحتاجون إلى أدوات تصنيف سريعة والمبتدئين/المعلمين المهتمين باستكشاف بيانات الكواكب الخارجية والتعرف على الذكاء الاصطناعي/التعلم الآلي في علوم الفضاء.

**س8: ما هي لغات البرمجة أو المكتبات المستخدمة؟**
ج8: يشجع التحدي المرونة، مما يسمح باستخدام أي لغة برمجة مفتوحة المصدر، أو مكتبات تعلم آلي، أو حلول برمجية تناسب المشروع جيداً.

**س9: كيف يساعد هذا المشروع في اكتشاف الكواكب الخارجية؟**
ج9: من خلال أتمتة عملية الاكتشاف، يجعل المشروع تحديد الكواكب الخارجية أكثر كفاءة وسهولة في الوصول، مما يساعد على الكشف عن كواكب خارجية جديدة مخبأة داخل مجموعات البيانات الفلكية الشاسعة.

**س10: أين يمكنني العثور على مجموعات البيانات المستخدمة في هذا المشروع؟**
ج10: مجموعات البيانات (أجرام كيبلر ذات الأهمية، أجرام TESS ذات الأهمية، كواكب ومرشحي K2) متاحة للجمهور من خلال موارد ناسا، كما هو موضح في وصف التحدي.