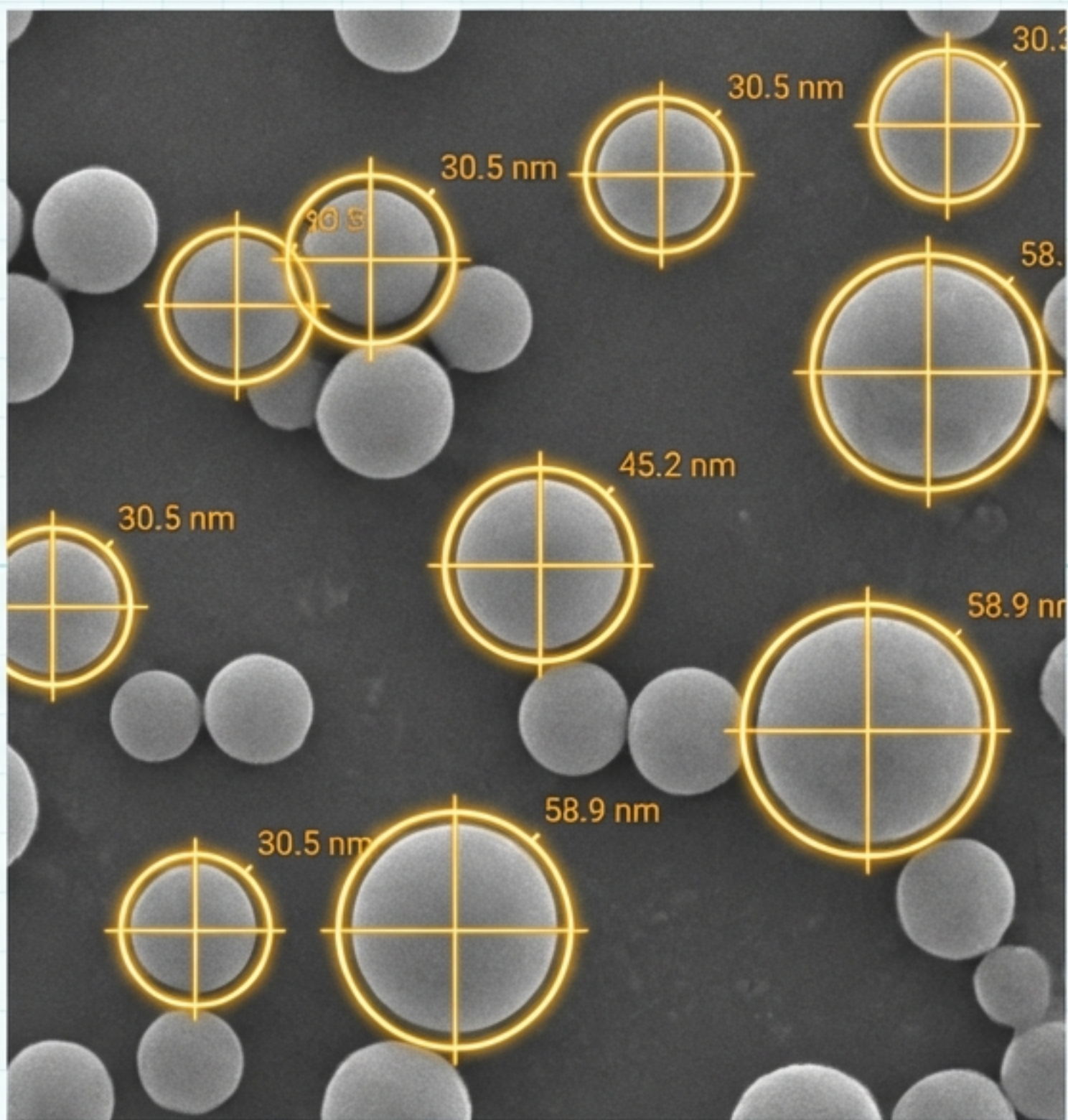


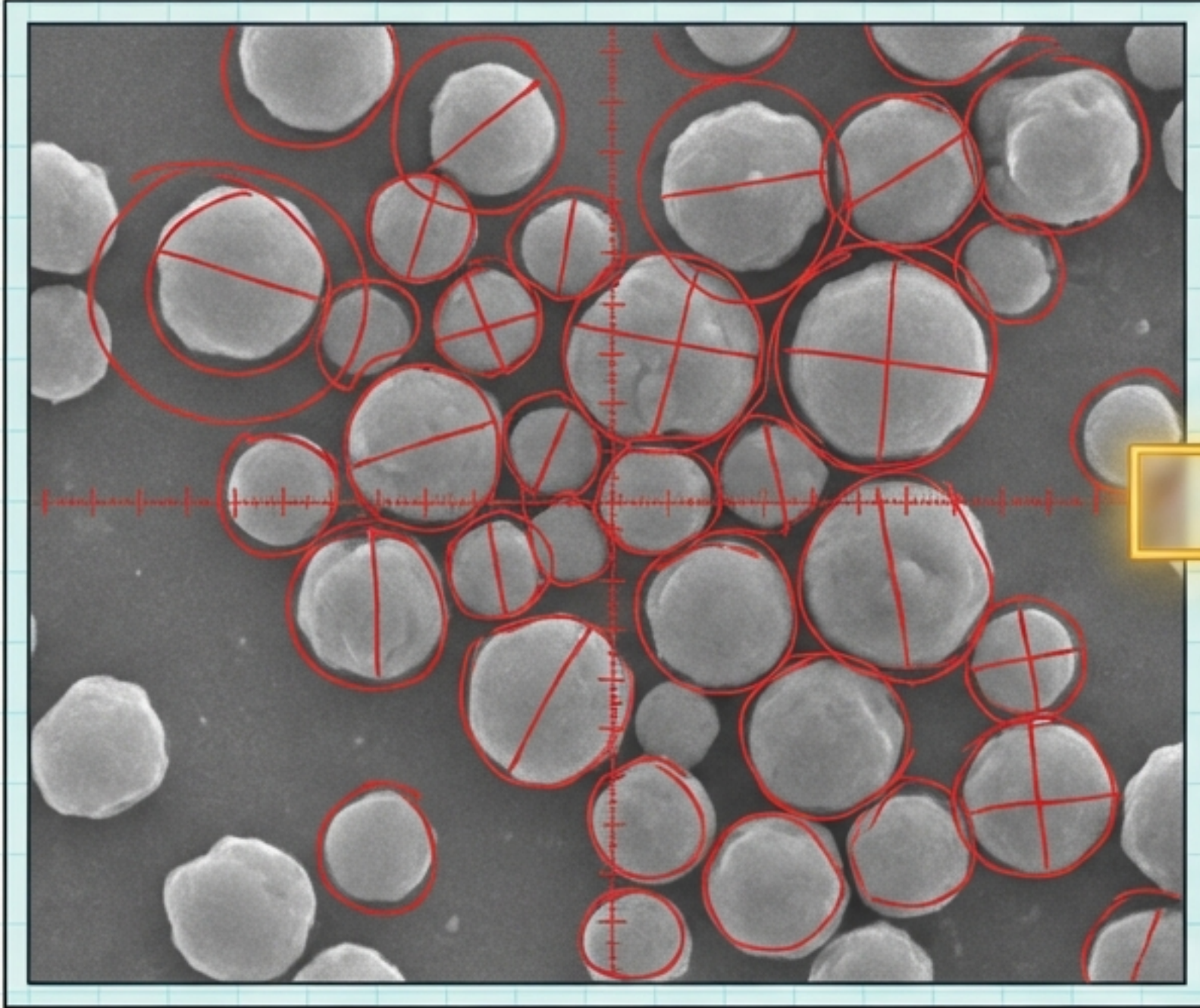
استخلاص الخصائص المورفولوجية للجسيمات النانوية من صور SEM

بروتوكول تحليلي باستخدام خوارزميات
بايثون وبيئة Google Colab السحابية

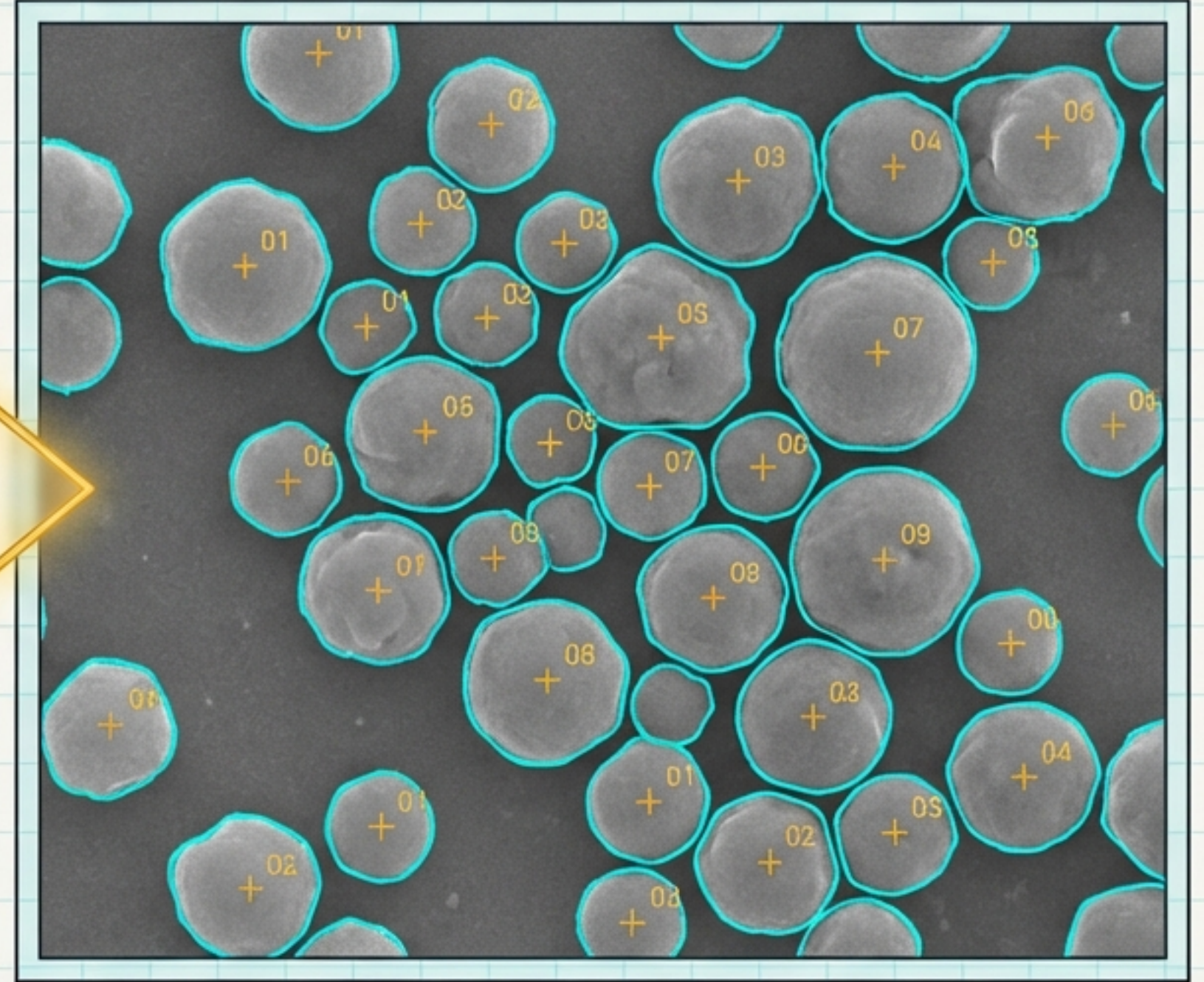
مبادرة معامل قسم الفيزياء - أدوات مساعدة لطلبة الماجستير والباحثين



دقة الأتمتة في توصيف المواد النانوية

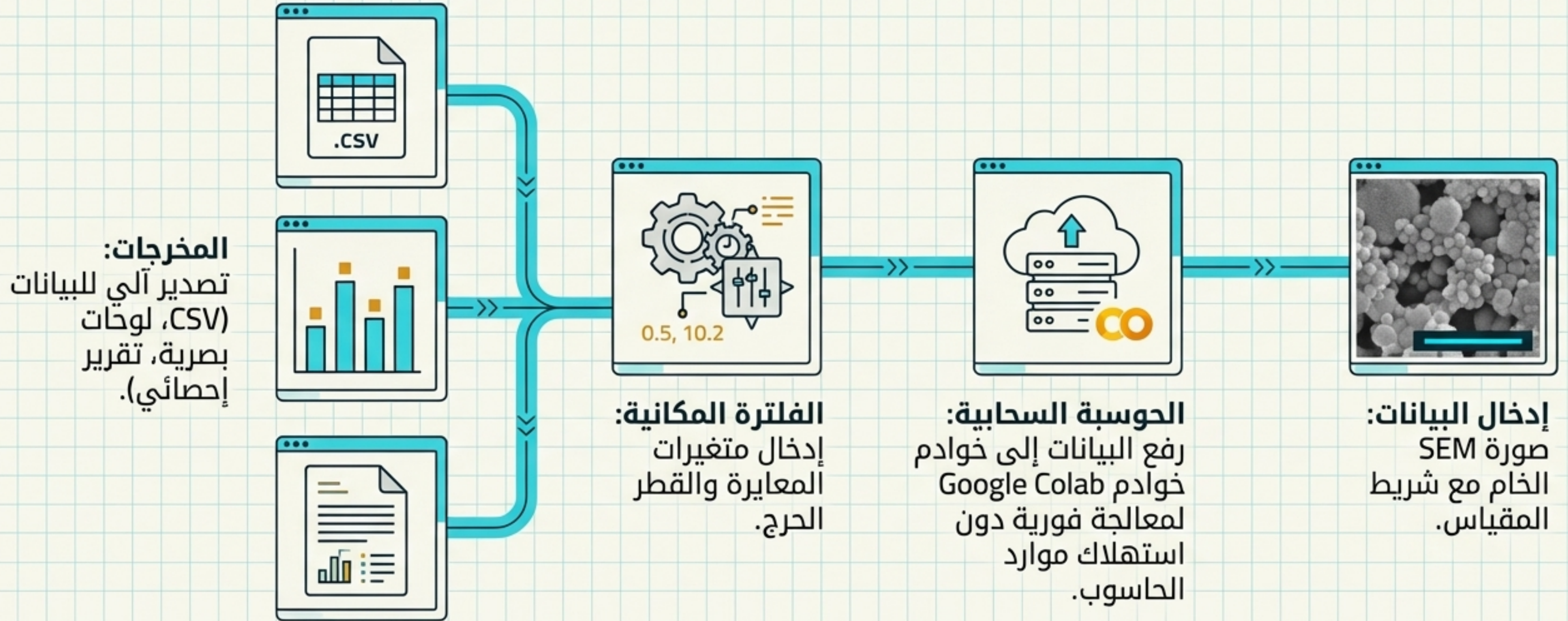


التحليل اليدوي: مستهلك للوقت، وعرضة للخطأ البشري في القياسات الدقيقة.



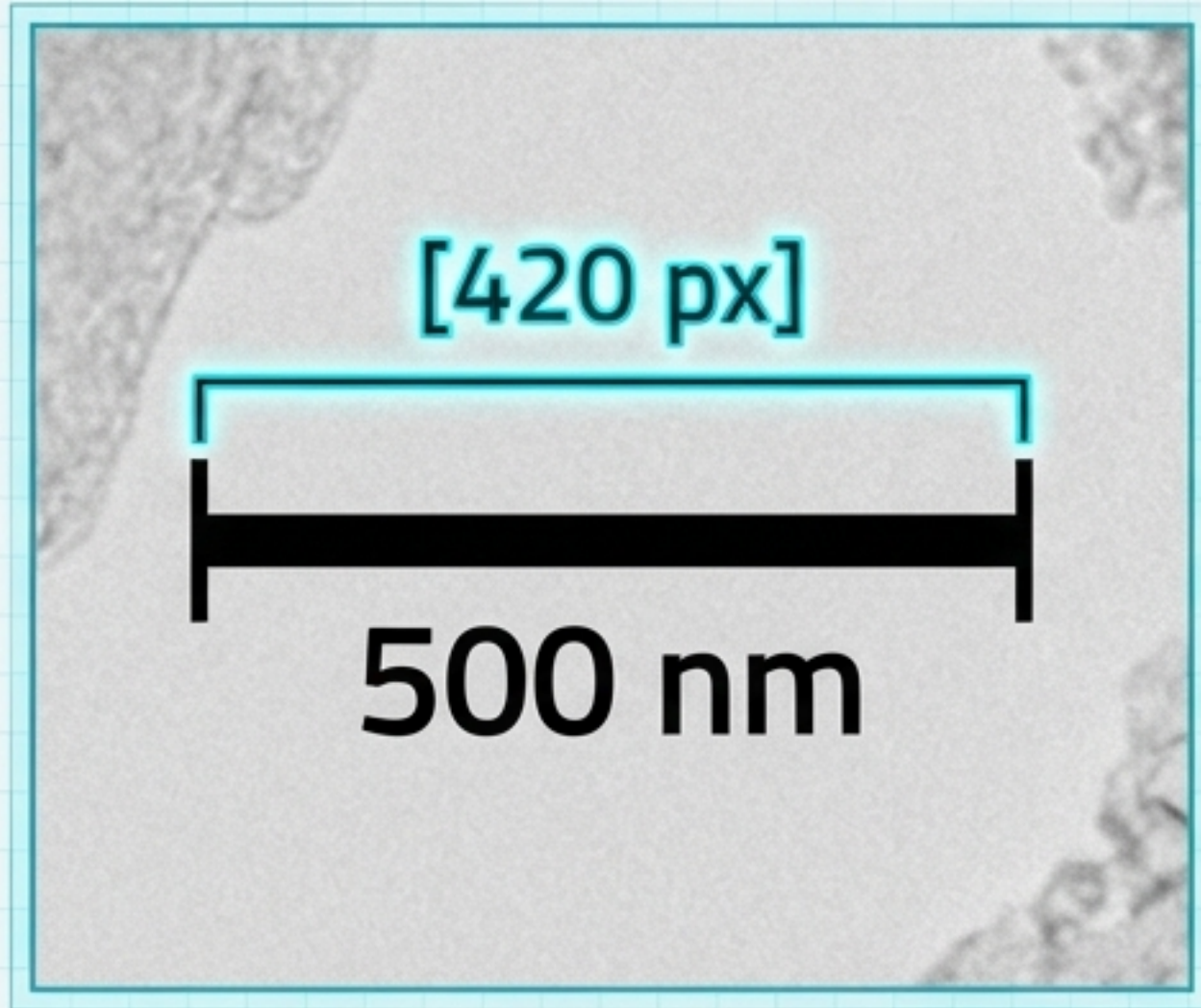
التحليل الخوارزمي (بايثون): كفاءة ودقة عالية في الفصل الآلي واستخلاص النتائج للعينات ذات الطبيعة الدائرية (الكروية).

مسار المعالجة التحليلية (المنصة السحابية)



المعايرة الأولية: ترجمة البصري إلى رقمي

لتوحيد القياسات الفيزيائية، تتطلب الخوارزمية الربط بين الأبعاد البكسلية والقيم الفيزيائية.

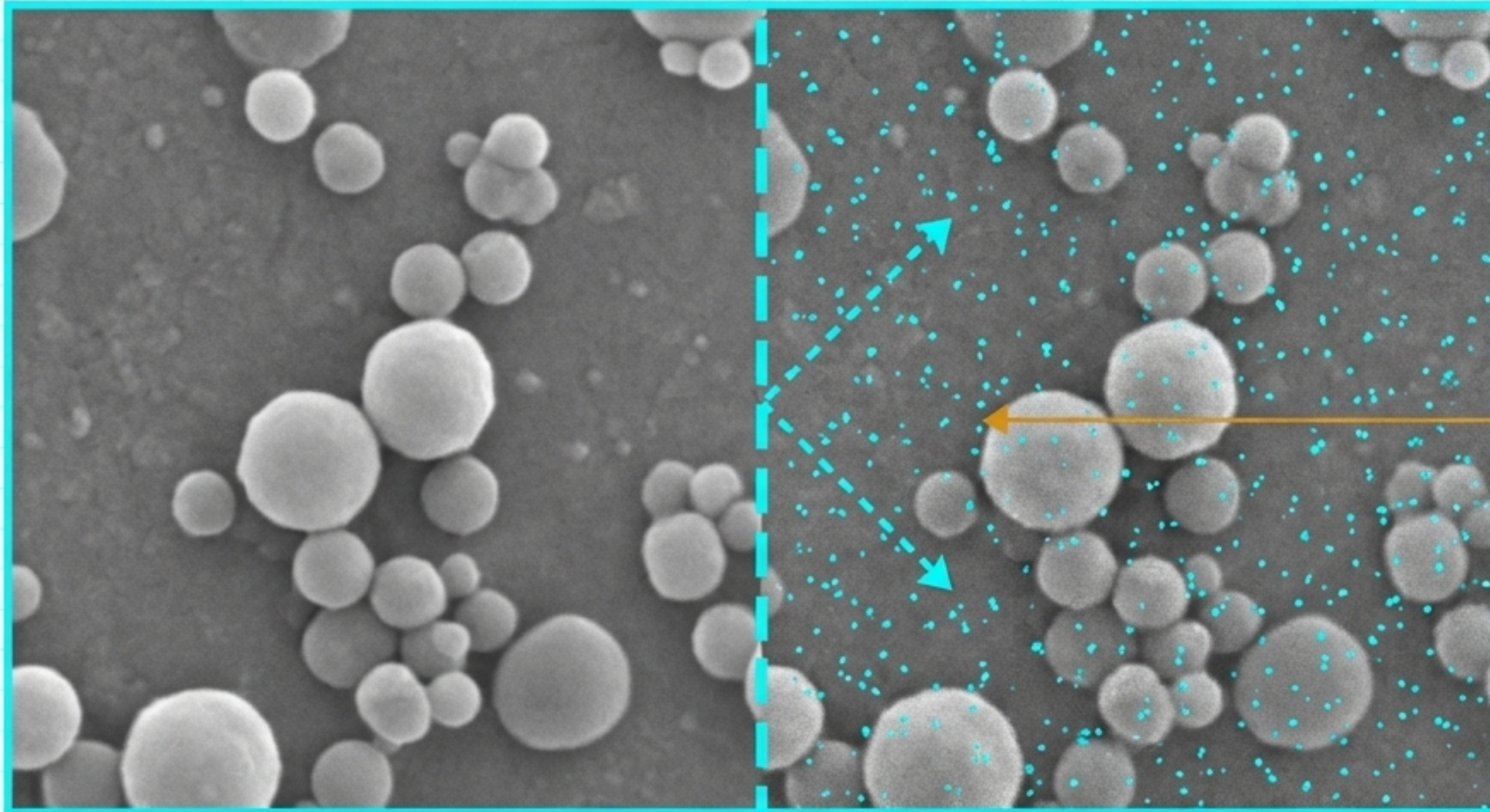


الطول البكسلي: مقياس عبر أداة تحديد
(مثال: 420 بكسل).

القيمة الفيزيائية المرجعية: النص المدون
على شريط المقياس (مثال: 500 nm).
(النظام يحولها آلياً إلى ميكرومتر).

الفلترية المكانية: عزل الإشارة عن الضوضاء الرقمية

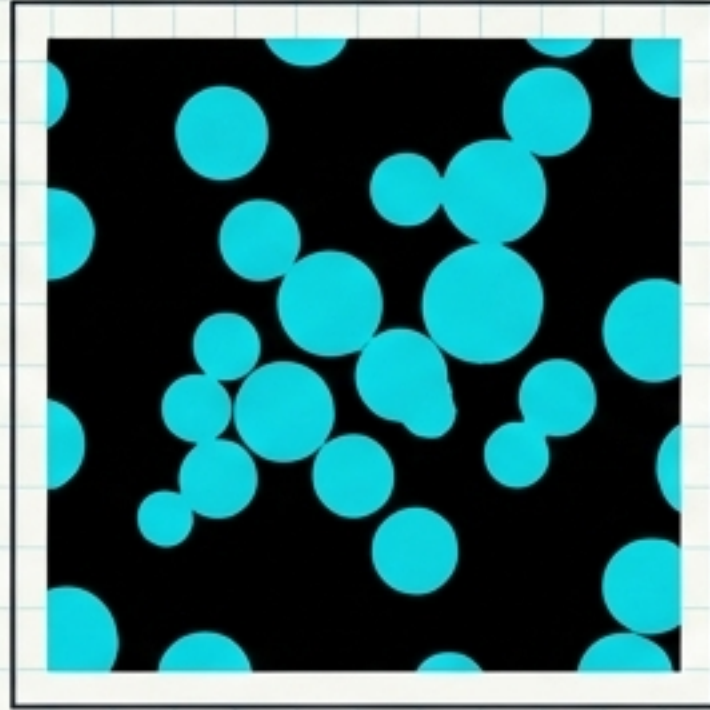
المدخل الثالث في موجه الأوامر هو (الحد الأدنى للقطر الحرج).



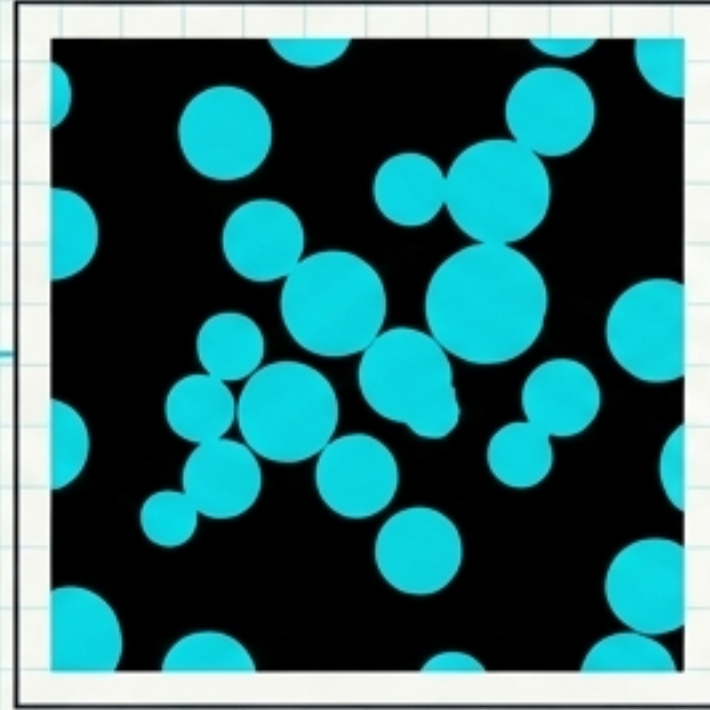
التقدير النظري لأصغر جسيم:
يُعمل كمرشح مكاني (Spatial Filter)
لاستبعاد الخلفية والضوضاء
الناتجة عن التصوير.
(مثال، استبعاد أي جسم يقل عن 50 nm).

المعالجة الخوارزمية الصامتة

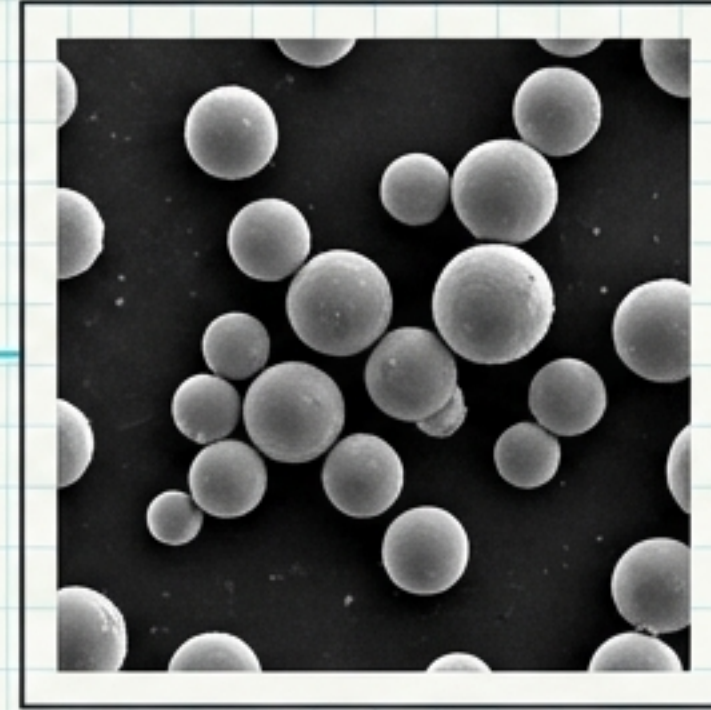
فور إدخال المتغيرات، تخضع الصورة لمعالجة آلية دقيقة تضمن نقاء البيانات قبل استخراج التقارير.



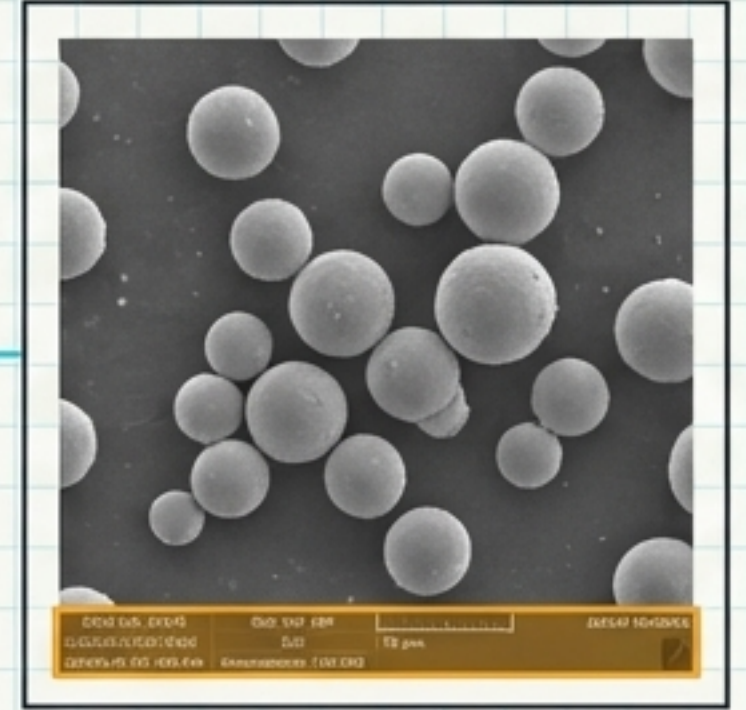
التصحيح المورفولوجي



العزل الهيكلي للجسيمات
(Segmentation)



تعزيز التباين



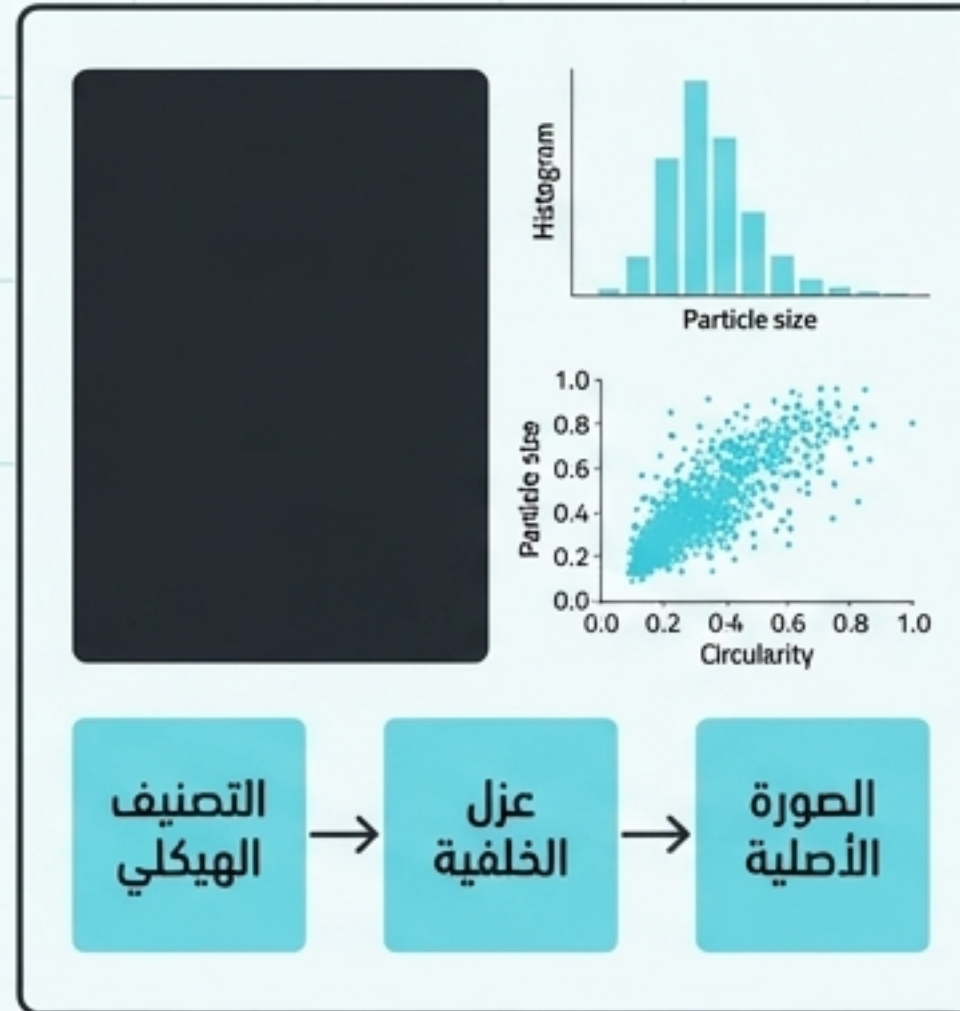
اقتصاص الشريط
المعلوماتي

هيكلية المخرجات الثلاثية

المعرف	القطر (μm)	المساحة (μm^2)	الاستدارة	التصنيف
1	14.50	165.13	0.92	كروي
2	15.80	196.07	0.89	بيضاوي
3	13.20	136.85	0.95	كروي
4	16.10	203.58	0.91	كروي
5	12.70	126.68	0.94	كروي
...



جدول البيانات الخام (CSV): قياسات دقيقة لكل جسيم على حدة (يُستخرج من الشريط الجانبي في Colab).



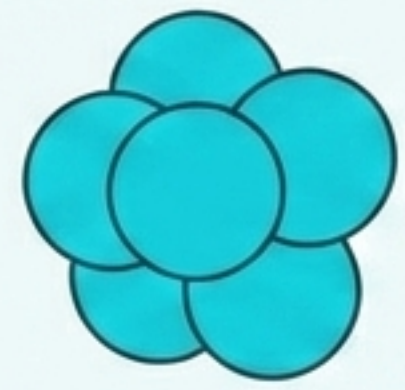
اللوحة البيانية البصرية (Visual Canvas): مراحل العزل، المدرج التكراري للتوزيع الحجمي، ومخطط التصنيف.



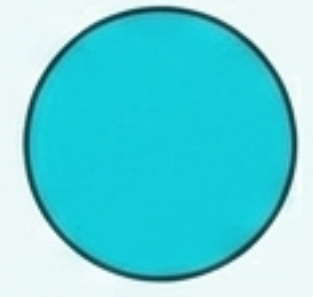
التقرير الإحصائي الوصفي: مقاييس النزعة المركزية والتشتت للحجم (D90, D50, D10) ومعامل التشتت (PDI).

المصفوفة التشخيصية: التصنيف المورفولوجي (Class)

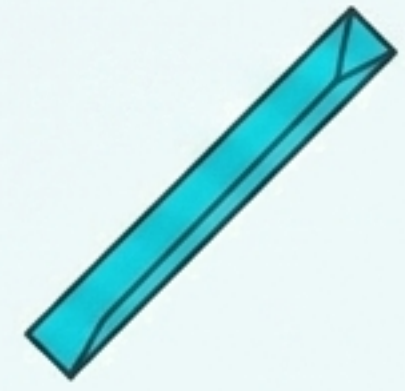
تكتل متراس (Compact Agglomerate):
اندماج جسيمات في كتلة شبه
منتظمة ذات مسامية منخفضة.



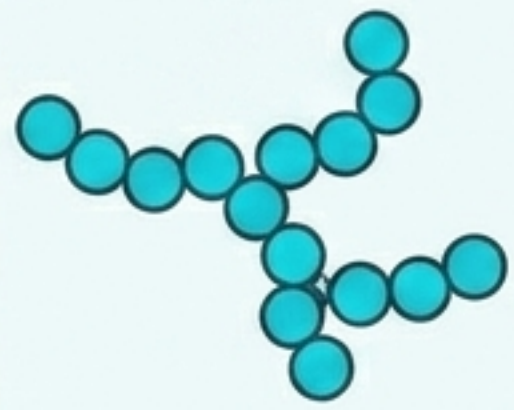
جسيم أولي (Primary Particle):
جسيم منتظم، يقترب من الشكل
الكروي المستقل.



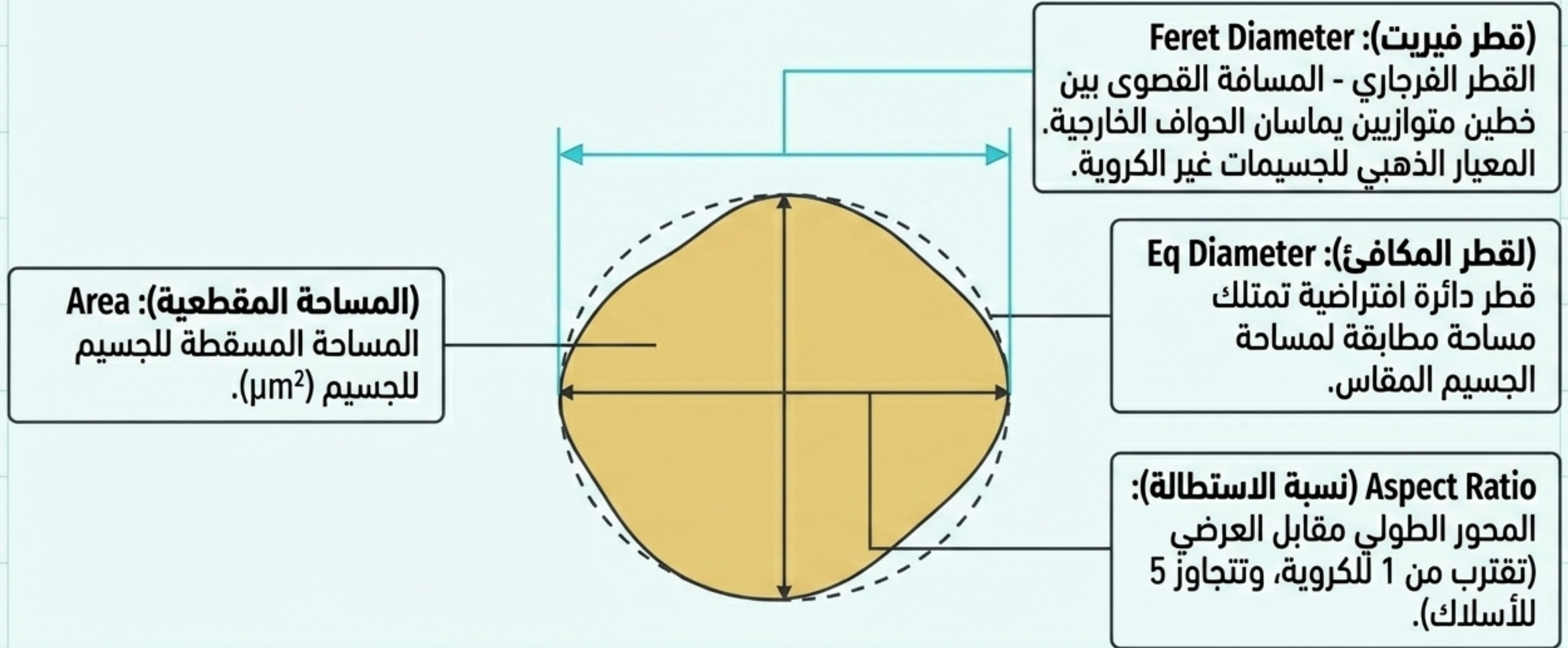
شوائب/أسلاك (Artifact/Wire):
أشكال عصوية أو شاذة تُستبعد
خوارزميةً من التوزيع الحجمي.



تكتل متفرع (Branched Agglomerate):
عناقيد وسلاسل عشوائية ناتجة عن
التلبد القوي.



التشريح الهندسي للجسيم النانوي (دليل CSV)



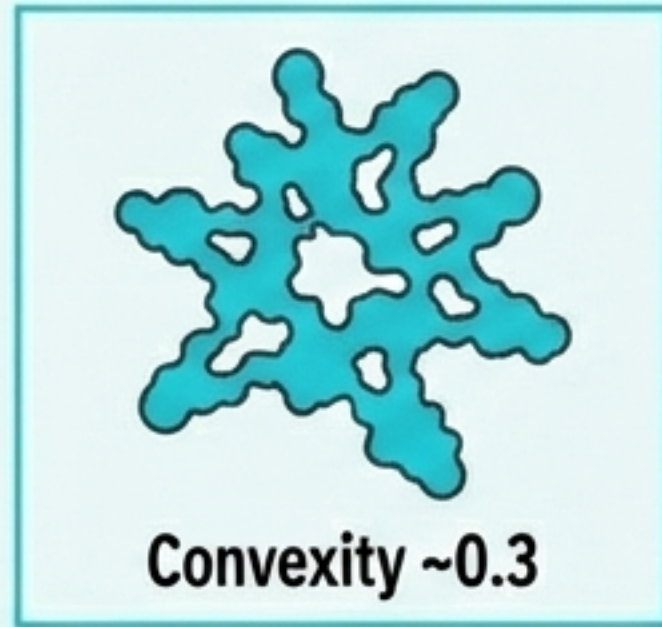
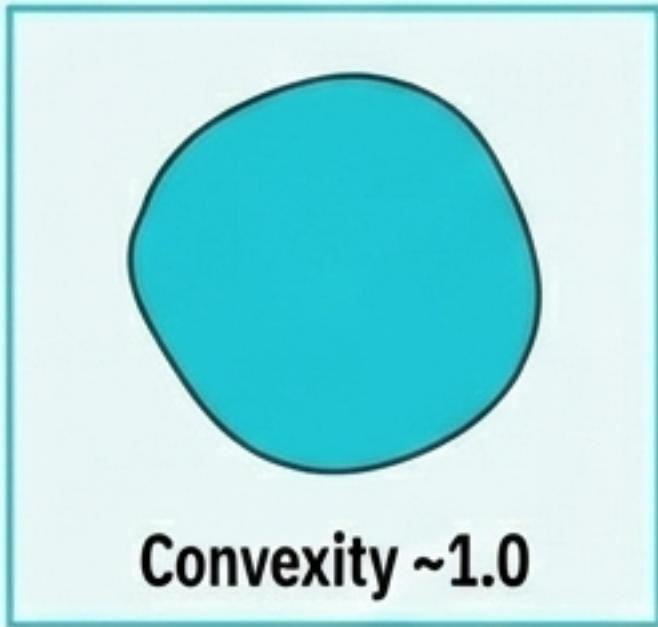
(قطر فيريت): Feret Diameter
القطر الفرجاري - المسافة القصوى بين خطين متوازيين يماسان الحواف الخارجية. المعيار الذهبي للجسيمات غير الكروية.

(لقطر المكافئ): Eq Diameter
قطر دائرة افتراضية تمتلك مساحة مطابقة لمساحة الجسيم المقاس.

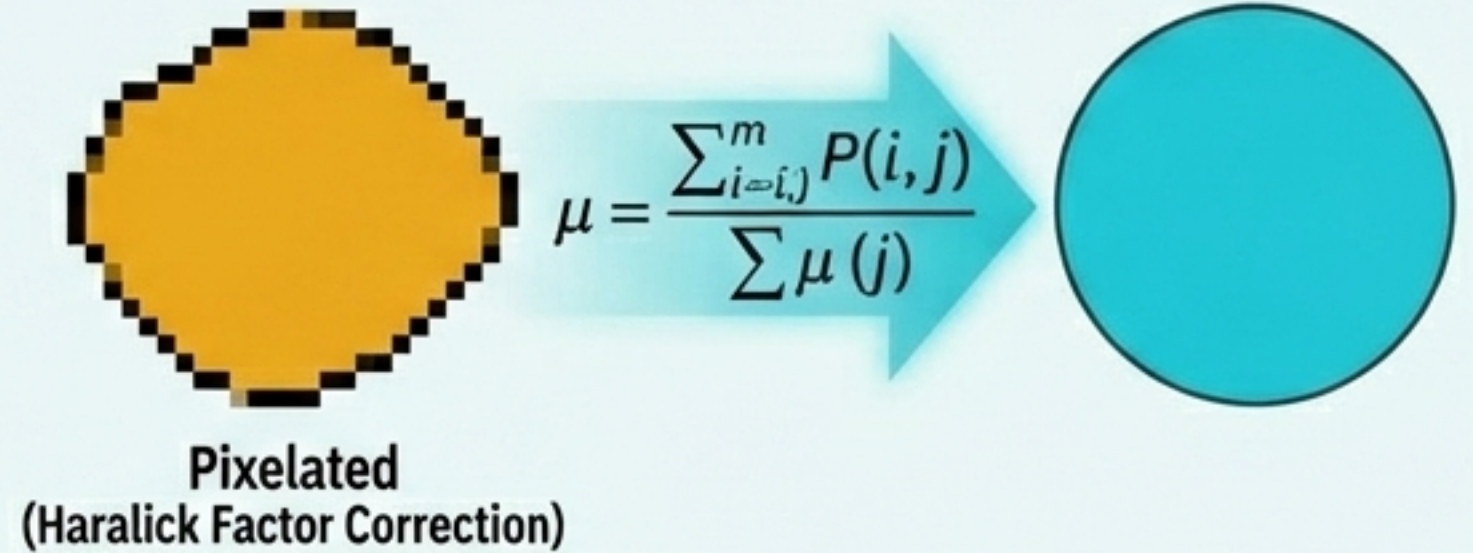
Aspect Ratio (نسبة الاستطالة):
المحور الطولي مقابل العرضي (تقترب من 1 للكروية، وتتجاوز 5 للأسلاك).

(المساحة المقطعية): Area
المساحة المسقطة للجسيم للجسيم (μm^2) .

مؤشرات السلامة الهيكلية المتقدمة

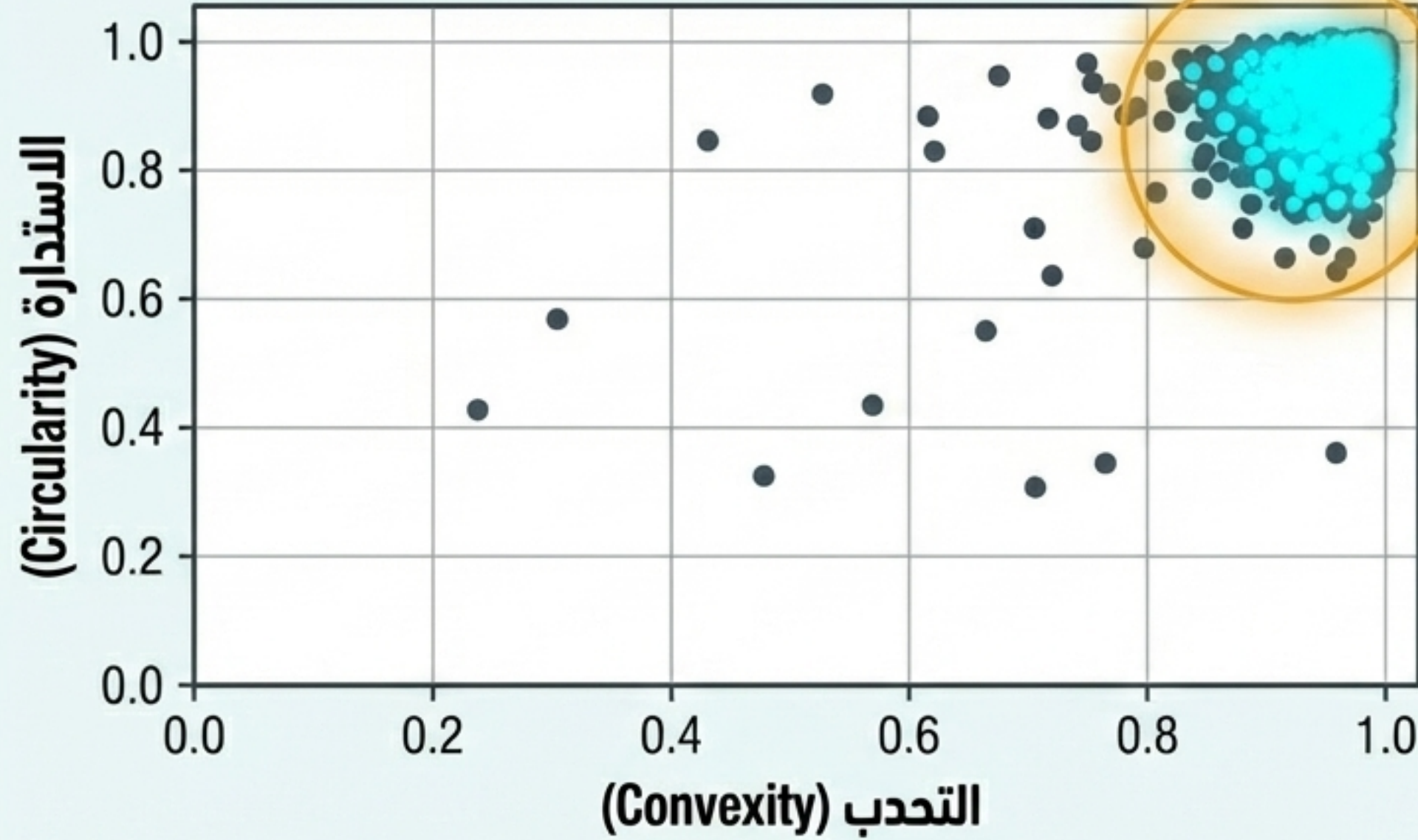


التحدب المورفولوجي (Convexity):
مؤشر (0 إلى 1) يعكس كثافة بنية الجسيم وخلوه من
الفجوات الغائرة.
(التكتلات المتفرعة تمتلك قيمةً منخفضة).



الاستدارة المصححة (Circularity_corrected):
مؤشر (0 إلى 1) يعبر عن التطابق مع الدائرة المثالية.
تستخدم الأداة معامل (Haralick) لتصحيح تشوهات
الحواف (Pixelation) الناتجة عن دقة التصوير.

الرؤية التحليلية: مخطط التشتت ثنائي الأبعاد



إثبات إحصائي قوي لمدى كفاءة عملية التشتيت (Dispersion) ومنع التلبد (Flocculation) في العينات الكيميائية.

The Holy Grail
التشتيت المثالي

التمركز العالي للجسيمات في الربع العلوي الأيمن (اقتراب الاستدارة والتحدب من القيمة 1) يثبت معملياً نجاح تشتيت العينة الكيميائية وخلوها من التكتلات.

المنهجية المعتمدة لصياغة الأوراق العلمية



الشفافية المنهجية:
الإشارة إلى استخدام معالجة
بايثون ومعامل Haralick في
قسم 'المواد وطرق البحث'
لتعزيز رصانة القياسات
المورفولوجية.



إثبات التشتت:
استخدام تحليل التشتت
ثنائي الأبعاد (الاستدارة مقابل
التحدب) كدليل قاطع لدعم
جودة تحضير العينة الكيميائية.



المدرجات التكرارية:
يُوصى منهجياً باعتماد متغير
قطر فريت (Feret_Diameter)
(Feret_Diameter_um) كمعيار
رئيسي عند رسم المدرجات
التكرارية للتوزيع الحجمي.