تعزيز مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار من أجل تحقيق التنمية الصناعية من خلال التجمُّع العنقودي

مذكرة تقنية

مؤتمر الأمم المتحدة للتجارة والتنمية

تعزيز مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار من أجل تحقيق التنمية الصناعية من خلال التجمُّع العنقودي

مذكرة تقنية

مؤتمر الأمم المتحدة للتجارة والتنمية

جنيف ٢٠٢٥

الاستنتاجات والتفسيرات والخلاصات الواردة في هذه المذكرة منسوبة إلى المؤلفين ولا تعكس بالضرورة وجهات نظر الأمم المتحدة أو المسؤولين أو الدول الأعضاء فيها.

التسميات المستخدمة وعرض المعلومات على أي خريطة في إطار هذه الوثيقة لا يعني ضمناً أنه تعبير عن أي رأي على الإطلاق من جانب الأمم المتحدة في ما يتعلق بالوضع القانوني لأي بلد، أو أراضي، أو مدينة، أو منطقة أو السلطات المختصة بها، أو في ما يتعلق بتحديد تخومها أو حدودها.

تم تمويل ترجمة الوثيقة إلى اللغة العربية من الصندوق الفرعي لخطة التنمية المستدامة لعام ٢٠٣٠ التابع لصندوق الأمم المتحدة الاستئماني للسلام والتنمية. تولت ترجمة النص أميرة عبد العليم. أية استفسارات ستنظُر فيها المترجمة التي تقبل تحمل المسؤولية عن دقة الترجمة.

UNCTAD/TCS/DTL/INF/2025/5

شكر وتقدير

تم إعداد هذه المذكرة التقنية تحت توجيه أنخيل غونزاليس سانز Angel González Sanz ، رئيس الفرع المعني بالتكنولوجيا والابتكار وتنمية المعارف التابع لشعبة التكنولوجيا واللوجستيات بالأونكتاد، وذلك على يد فريق بقيادة ليبينغ جانغ Liping Zhang (مديرة المشروع) ومعها روسلان رخمتولّين Ruslan Rakhmatullin ، وسالوميه ريغوه Salome Rigaux ، وشياهوي شين Xiahui Xin .

جرى إعداد المذكرة التقنية في إطار مشروع الأونكتاد بعنوان "مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار من أجل التنمية المستدامة : بناء الدراية في مجال السياسة العامة والممارسة العملية في مجموعة مختارة من البلدان الآسيوية والأفريقية"، بتمويل من الصندوق الفرعي لخطة التنمية المستدامة لعام ٢٠٣٠ التابع لصندوق الأمم المتحدة الاستئماني للسلام والتنمية.

ينوه الأونكتاد بعين الامتنان بالإسهامات الجوهرية في إعداد المذكرة التقنية التي قدمها مارتن ج. يويل

.Martin J.Yuill

قام جون روجرز John Rogers بمراجعة النص الأصلي والتحرير. أما تصميم الغلاف والشكل العام لعرض النص والرسوم البيانية تولته كاتلين مورف Kathleen Morf .

جدول المحتويات

شكر وتقدير 4

أولاً–المقدمة 6

ثانياً–المنافع الإنمائية المترتبة على التجمُّع العنقودي في كنف مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار 8

ثالثاً–التجمُّع العنقودي المواضيعي والتشارك في الموقع بين الأطراف التي لها يد في سلسلة القيمة 12

رابعاً–الآليات التي تتيح الإدماج والابتكار في كنف التجمُّعات العنقودية 20

خامساً–التحديات والمخاطر التي قد تواجه البلدان النامية 27

سادساً–الدروس المستفادة من دراسات الحالة 30

سابعاً–التوصيات على صعيد السياسة العامة 35

المراجع 41

أولاً–المقدمة

تمثل مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار مناطق معيّنة تعمل على تعزيز الابتكار والتنمية التكنولوجية والنمو الاقتصادي، بفضل ما يتركز فيها من الموارد والدراية والبنية التحتية التي تروج للابتكار. فمن خلال جمع شمل تشكيلة من الأطراف تضم الجامعات، ومؤسسات البحوث، والشركات المعنية بالتكنولوجيا، والهيئات الحكومية، وحاضنات المشاريع، ومعجلات النمو، والقطاع الصناعي، وتركيزها في منطقة جغرافية واحدة تتوافر فيها الظروف الرامية إلى إتاحة قيام العلاقات التعاونية، فإن مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار تضطلع بدور حاسم في دعم النظم الوطنية المعنية بالابتكار، وذلك من خلال التغلب على أوجه النقص التكنولوجية والصناعية، وتعزيز القدرة التنافسية، وتيسير تحقيق التنمية المستدامة.

يعتبر التجمُّع العنقودي من السمات الأساسية لمجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار. ويشير مصطلح "التجمُّع العنقودي" إلى التكتل المكاني والوظيفي لمجموعة من الأعمال التجارية المترابطة، وهيئات البحوث، ومقدمي الخدمات الذين يتعاونون من أجل تعزيز الإنتاجية، والابتكار، والقدرة التنافسية. وبعبارة أبسط، يعني ذلك القيام من منظور استراتيجي بإرساء الهيئات المتشابهة أو المتكاملة على مقربة وثيقة بعضها من البعض، لإنشاء منظومة حيوية تتيح

الاستفادة القصوى من فرص التعاون، والابتكار، والتنمية الاقتصادية الإقليمية، بفضل التقدم التكنولوجي. إن هذه الظاهرة المترسخة في مفهوم "اقتصادات التكتُّل" لألفريد مارشال، تتيح الاستفادة المثلى من مزايا القرب الجغرافي لتحقيق وفورات الحجم، وإتاحة انتشار فيض المعرفة، وإقامة علاقات الربط بين الشركات، وهو ما يُشار إليه في كثير من الأحيان بعبارة "ثلاثية مارشال" (مارشال، ١٨٩٠).

يعتبر التجمُّع العنقودي من السمات الأساسية لمجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار

في إطار مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار يُستخدم التجمُّع العنقودي كأداة لتهيئة بيئة تآزرية تتسم بمزايا القرب الجغرافي، وفرص تقاسم الانتفاع بالموارد والخدمات والمرافق والتسهيلات، وفرص النفاذ إلى المواهب والدراية والاستفادة من الشبكات التعاونية، وكلها عوامل تتيح معاً فتح المسارات التسويقية أمام التكنولوجيات الجديدة، وتوليد الحقوق الجديدة في مجال الملكية الفكرية، وإطلاق المشاريع الاستثمارية في مجال ريادة الأعمال، وتوفير البرامج لحضانة المشاريع وخدمات التوجيه والتدريب، من أجل دعم نجاح الشركات الناشئة والمشاريع الاستثمارية المتفرعة منها، وتعظيم نطاق الابتكار.

وتعتبر مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار بمثابة النماذج العصرية المستلهمة من التجمعات العنقودية الصناعية لقيادة عنان التنمية الصناعية. فمن خلال تشجيع التكتل المواضيعي في ذات الموقع والاندماج بين حلقات سلسلة القيمة، تتيح هذه المجمعات تهيئة الظروف المؤاتية لازدهار الابتكار، مما يؤهل المناطق التي تأويها للتنافس الفعال في كنف الاقتصاد العالمي القائم على المعرفة.

وفي إطار مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار، يتيح التجمُّع العنقودي كذلك تيسير تعميق التكامل بين حلقات سلاسل القيمة الصناعية، مما يساعد الشركات، ولاسيما الصغيرة والمتوسطة الحجم، على التغلب على التحديات الناجمة عن القيود المفروضة على الموارد، وفرص النفاذ إلى الأسواق، والقدرات في مجال التكنولوجيا. بفضل التجمُّع العنقودي، توفر مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار منصة سانحة للعمل الجماعي، ولتوفير الخدمات ذات القيمة المضافة، والبنية التحتية المتخصصة، وتدابير التدخل المستهدفة في مجال السياسة العامة، مما يهيئ الظروف المؤاتية لريادة الأعمال، والابتكار، وتحقيق التنمية المستدامة.

وتسلط هذه المذكرة التقنية الضوء على الطاقات التحويلية الكامنة في مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار التي تتسم بفعالية التصميم والإدارة. وفي خضم الاضطرابات التكنولوجية والضغوط التنافسية التي تواجه البلدان النامية، يمثل التجمُّع العنقودي في كنف مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار مساراً قد أثبت نجاعته لتحقيق النمو بقيادة الابتكار، شريطة قيام الأطراف المعنية باتخاذ التدابير الحازمة لتهيئة الظروف التمكينية لذلك. واستناداً إلى الدراسات التحليلية السابقة وأفضل الممارسات، تقدم المذكرة توجيهات مستندة إلى القرائن، لكي يسترشد بها واضعوا السياسات العامة والخطط الإقليمية والأطراف المعنية في إطار منظومة الابتكار.

ثانياً–المنافع الإنمائية المترتبة على التجمُّع العنقودي في كنف مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار

إن التجمعات العنقودية الجيدة الهيكلة توفر مزيجاً من المكاسب الاقتصادية والتكنولوجية والاجتماعية. وتوضح القرائن التالية كيف تقوم مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار بترجمة مزايا القرب الجغرافي إلى نتائج قابلة للقياس وتهم واضعي السياسة العامة.

١–تعزيز الإنتاجية :

تستفيد الشركات الموجودة داخل مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار من إمكانيات تحقيق الوفورات الناجمة عن زيادة الحجم وتوسيع النطاق، مما يُفضي إلى النهوض بالإنتاجية. فعلى سبيل المثال، تبين دراسة تم إجراؤها مؤخراً أن مجمع شين تشو للعلوم Hsinchu Science Park في مقاطعة تايوان الصينية يساهم في تحقيق معدل أفضل للإنتاجية الكلية لعوامل الإنتاج، وفعالية أكبر للاستثمار في أنشطة البحث والتطوير بالنسبة للشركات الجديدة القائمة على التكنولوجيا والموجودة داخل المجمع مقارنةً بحال الشركات الواقعة خارجه. ويُنسب هذا التفوق أحياناً إلى الآثار المترتبة على التجمُّع العنقودي، وإلى توافر بنية تحتية أفضل، ووجود علاقات معززة تربط بين الشركات ومؤسسات البحوث الموجودة داخل المجمع. (Fukugawa and Chang,2025)

٢–استحداث فرص العمل :

تولّد مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار فرص العمل التي تتطلب مهارات عالية وتقترن بأجور مرتفعة في القطاعات التي تستخدم التكنولوجيا بكثافة. فعلى سبيل المثال، سمح نمو وادي المجين/الجينوم Genome Valley بالهند باستقبال أكثر من ٢٠٠ شركة من ١٨ بلداً تقوم بتشغيل نحو ٢٥٠٠٠ شخص في مجالي التكنولوجيا والمستحضرات الصيدلانية. ويشمل ذلك بعض العلامات التجارية العالمية، والمصنّعين المحليين، وشركات العقود المعنية بالتطوير، بالإضافة إلى الشركات الناشئة الطليعية التي يتألف منها التجمُّع العنقودي.(Adams, 2025)

٣–الابتكار والقدرة التنافسية :

تعزز التجمُّعات العنقودية التنافس الشديد والتعاون المكثف، مما يدفع بعجلة الابتكار قدماً. ويسلط مايكل بورتر Michael Porter الضوء في بحوثه على أن مواقع التجمُّع العنقودي توفر ظروفاً مؤاتية أفضل من غيرها لتوليد الابتكارات الخارقة بفضل التنافس وتقاسم الموارد (Porter, 1998). وتشير رابطة مجمعات البحوث الجامعية (AURP) إلى أن المجمعات التي تتميز بعلاقات ربط قوية بين القطاع الصناعي والوسط الأكاديمي يصل فيها معدل تسجيل براءات الاختراع لكل شركة إلى مستوى أعلى بكثير من المعدلات المحققة في ظل سياقات أخرى بدون تجمعّات عنقودية.

إن التجمُّعات العنقودية تترجم مزايا القرب الجغرافي إلى إنتاجية أفضل وأنشطة ابتكارية

وفضلاً عن ذلك، فإن الشركات الناشئة الموجودة في كنف مجمعات البحوث الجامعية وفي مناطق الابتكار تنجح ٧٥ بالمائة منها في تحقيق معدل بقاء قدره خمس سنوات، مقارنة بنسبة ٤٩ بالمائة المسجلة كمتوسط. ويفوق معدل استحداث فرص العمل العالية الأجور لهذه الشركات بنسبة ٢٣ المعدل العام للقطاع الصناعي (AURP,2023).

٤–النمو الاقتصادي الإقليمي :

تستقطب مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار الاستثمار الأجنبي المباشر وتحفّز الاقتصادات المحلية. إن مجمع بورتو ديجيتال (الميناء الرقمي) Porto Digital بالبرازيل قد حوّل مدينة ريسيفي Recife إلى مركز للتكنولوجيا يقدّر إسهامه السنوي في الاقتصاد الإقليمي بقيمة مليار دولار أمريكي (BBC, 2013). ومن شأن مجمع العلم والتكنولوجيا والابتكار أن يضطلع بدور محوري في تنفيذ استراتيجيات التخصص الذكي (3S) لمنطقة ما إذ يؤدي في آن معاً دور المحرك لتحقيق الأولويات المستهدفة في مجال الابتكار وكذلك دور المستفيد منها. إن استراتيجيات التخصص الذكي تمثل منهجاً مستنداً إلى الموقع للتعامل مع السياسة العامة في مجال الابتكار، فهي تستهدف الدفع قدماً بعجلة النمو الاقتصادي والتحوُّل على الصعيد الإقليمي، من خلال تركيز تخصيص الموارد والاستثمارات على مجموعة محدودة من المجالات ذات الأولوية التي تتمتع فيها المنطقة بمزايا تنافسية أو بإمكانيات لتطوير مثل هذه المزايا. فمجمع مالقة للتكنولوجيا Málaga TechPark في إسبانيا مثلاً، تتسق أنشطته عن كثب مع استراتيجية التخصص الذكي لمنطقة الأندلس في مجال البحث والابتكار RI3S، ويُعتبر المجمع بمثابة جهة اتصال في خدمة القطاع الرقمي وقطاع التكنولوجيا في المنطقة. من خلال تركيز استخدام الموارد والدراية والشبكات التعاونية لصالح مجالات الأولوية المحددة في الاستراتيجية، يساعد المجمع على تعجيل وتيرة الابتكار، واستقطاب الاستثمار، وتعزيز استحداث فرص العمل العالية القيمة. ومقابل ذلك، فإن إدماج أنشطة المجمع في إطار جهود تنفيذ استراتيجية التخصص الذكي يتيح للمجمع الحصول على الدعم الحكومي المناسب لاحتياجاته، ويسمح له بالمشاركة في المشروعات الاستراتيجية الإقليمية، والاستفادة من التدابير المنسقة في إطار السياسة العامة، والتي من شأنها أن تعزز قدرة المجمع التنافسية والوقع الذي يحققه. ويكفل هذا التآزر التأكد من أن تطوير أنشطة المجمع يتم على نحو يضمن له التمتع بالجدوى على الصعيد الإقليمي وبالقدرة التنافسية على الصعيد العالمي.

٥–القوى العاملة المؤهلة بالمهارات :

إن التجمُّع العنقودي يتيح استقطاب معين مركّز من المواهب مما يشد عضد سوق العمل(Cadorin et al.,2021) . ويتمتع مجمع جونغوانتسون للعلوم (زي–بارك) Zhongguancun Science Park (Z-Park) في بكين بقوى عاملة

مؤهلة بالمهارات، مما يجعله مركزاً للصناعات التي تستخدم التكنولوجيا بكثافة. وإن المجمع، الذي كثيراً ما يلقّب "وادي سيليكون الصين"، قد استفاد استفادة مثلى من قربه الجغرافي من أكثر من ٤٠ جامعة، وأكثر من ٢٠٠ من معاهد البحوث، مما سمح له برعرعة معين من المواهب التي تقود عنان الابتكار في مختلف قطاعاته الأساسية.

٦-استقطاب الاستثمار :

ينجذب المستثمرون إلى الظروف المؤاتية لانتشار فيض المعارف الذي يتيح الحد من مخاطر فشل الابتكار، من خلال إتاحة الفرصة للشركات الناشئة للانتفاع بالبحوث والمواهب والشبكات الطليعية. وإن وجود العديد من المشاريع الاستثمارية الابتكارية في كنف المجمعات، يجعلها تستقطب المستثمرين ورأس المال المخاطر.

(Etkowitz and Zhou, 2017)

وبفضل هذه المزايا تكتسي مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار أهمية حاسمة باعتبارها محركات لدفع التنمية الصناعية قُدماً، ولا سيما في ظل الاقتصادات الناشئة التي تسعى للانتقال لتصبح نظماً اقتصادية عالية القيمة وقائمة على المعرفة. ومن شأن المجمعات أن تساهم بشكل جماعي في تحقيق النمو الاقتصادي والتقدم التكنولوجي، مما يجعل التجمُّع العنقودي يمثل حجر الزاوية في الاستراتيجيات الخاصة بمجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار.

وثمة منافع غير ملموسة مثل النهوض بعقلية ريادة الأعمال، وتوطيد قاعدة الموردين المحليين، وزيادة بروز صورة المجمعات للعيان عالمياً، وكلها يأتي لتعزيز المزايا الملموسة المشار إليها آنفاً. ومن شأن واضعي السياسة العامة أن يستفيدوا من هذه النتائج لتسويغ تقديم الدعم المتواصل من القطاع العام، ولحشد الاستثمار من القطاع الخاص، مما يسمح بتأمين استمرار حلقة ردود الفعل الإيجابية التي تربط بين التجمُّع العنقودي والتنمية.

ثالثاً–التجمُّع العنقودي المواضيعي والتشارك في الموقع بين الأطراف التي لها يد في سلسلة القيمة

إن "التجمُّع العنقودي المواضيعي" في كنف مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار يشير إلى التكتُّل أو التركُّز المتعمد للشركات، ومؤسسات البحوث، وموردي الخدمات، والهيئات التي تعمل في ذات المجالات، أو الصناعات، أو التكنولوجيات، أو موضوعات البحوث، أو في ما يتصل بها عن كثب. فإن كان المجمع يكتنف على تجمُّع عنقودي مواضيعي يركّز على التكنولوجيا البيولوجية مثلاً، فمن شأن هذا المجمع أن يضم في إطاره شركات معنية بالتكنولوجيا البيولوجية، وشركات صيدلانية، ومختبرات بحوث جامعية، وموردين للخدمات متخصصين في هذا المجال. وتركُّز الدراية على هذا النحو يساعد على تعزيز تخصص جماعة المجمّع في قطاع بعينه، ويساهم في توطيد بيئة مؤاتية لتعجيل وتيرة نقل التكنولوجيا من عالم البحوث إلى الأسواق، كما يتيح تطوير التكنولوجيات الجديدة بفضل الجهود التعاونية وتبادل المعارف، ويسمح بالاستفادة المثلي من الاهتمامات والتكنولوجيات والدراية المشتركة. ومن شأن ذلك أن يُفضى أيضاً إلى إقامة علاقات تآزر بين الجهات الموجودة داخل مجمع العلم والتكنولوجيا والابتكار، بما في ذلك الجامعات، ومعاهد البحوث، والشركات الناشئة، والشركات المستنبتة. إن تقاسم الموقع الجغرافي بين الأطراف الفاعلة في سلسلة القيمة، مثل الشركات والهيئات وموردي الخدمات، الذين يشاركون في التطوير أو إضفاء القيمة على منتج

أو خدمة ما على مر مراحل الإنتاج المختلفة، بدءاً بنشأة الفكرة، ووصولاً إلى الاستخدام النهائي (بما في ذلك الأنشطة المتصلة بتوريد المواد الخام، والإنتاج، والمعالجة، والتوزيع، والتسويق، والبيع بالتجزئة، وحتى إدارة النفايات، أو إعادة التدوير)، من شأنه أن يزيد من تعزيز هذه النظم. ويتم تقليص تكاليف المعاملات، وتحسين كفاءة سلاسل الإمدادات، وتعزيز التعاون (Porter and Heppelmann,2014) . ويتيح هذا القرب الجغرافي تعزيز التعاون، وتعجيل وتيرة عمليتي النمذجة الأولية وإجراء الاختبارات، ويشجع القوى العاملة على التخصص.

(Feldmann and Audretsch, 1999)

إن التركيز المشترك على قطاع بعينه يطلق العنان لعلاقات تعاون أكثر عمقاً

إن النهج المتمثل في تشكيل التجمُّعات العنقودية المواضيعية في كنف مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار يسمح بتركُّز الدراية والموارد وتسخيرها لمجال محدد، مما يُفضى إلى تحقيق المنافع التالية :

١–التركيز على موضوعات محددة :

بموجب نهج التجمُّع العنقودي المواضيعي يتم تنظيم جهود الهيئات المختلفة لتتمحور حول مجال تخصص محدد مثل التكنولوجيا البيولوجية، أو الذكاء الاصطناعي، أو الطاقة النظيفة، أو التصنيع المتقدم. فعلى سبيل المثال، يركز مجمع جانجيانغ المعني بالتكنولوجيا العالية التطور Zhangjiang High-Tech Park في شانغهاي على موضوعي علوم الحياة والمستحضرات الصيدلانية، فهو يستقطب الشركات ومعاهد البحوث المتخصصة في هذين المجالين .(Tremblay, 2010)

٢–التعاون المعزز :

من خلال تشكيل مجموعات تضم الهيئات ذات الأهداف المتشابهة أو الدراية المتكاملة في ما بينها، يتيح التجمُّع العنقودي المواضيعي تعزيز التعاون المستهدف. ويسمح ذلك بتعميق أواصر الشراكات، وتنفيذ المشاريع المشتركة في مجال البحث والتطوير، وتعجيل وتيرة دورات الابتكار. ففي مجمع كامبريدج للعلوم Cambridge Science Park في المملكة المتحدة لبريطانيا العظمى وأيرلندا الشمالية، يتم تشكيل تجمُّعات عنقودية للشركات المعنية بالإلكترونيات

والتكنولوجيا البيولوجية، مما يتيح تلاقح الأفكار بين هذين القطاعين. وفي الصين، اضطلع مجمع زي–بارك Z-Park بدور محوري في تعزيز نمو الشركات المعنية بأشباه الموصلات، والحواسيب، والاتصالات، سواء أكانت شركات محلية أو أجنبية، وذلك بفضل دور المجمع في تيسير نقل التكنولوجيا (Tan, 2006). ومن خلال التركيز على الإلكترونيات، والتكنولوجيا الخضراء، وتكنولوجيا المعلومات والاتصال، والهندسة الدقيقة، والتكنولوجيا البيولوجية، يُبرز مجمع هونغ كونغ للعلوم Hong Kong Science Park المنافع المترتبة على التجمُّع العنقودي عن طريق الترويج للتعاون بين القطاع الصناعي والوسط الأكاديمي والباحثين (Brooke, 2012).

٣–الاستفادة المُثلى من الموارد :

توفر التجمُّعات العنقودية المواضيعية فرصاً لتقاسم الانتفاع بالبنية التحتية المتخصصة مثل المختبرات، ومرافق إجراء الاختبارات، ومراكز البيانات، والشبكات، وخدمات الدعم المناسبة لاحتياجات القطاع الصناعي المختار. ومن شأن ذلك أن يقلل من التكاليف المرتبطة بتطوير المنتجات والخدمات الجديدة لطرحها في الأسواق، ويحسن من إمكانية الانتفاع بأحدث الأدوات. وفي مجمع شين تشو للعلوم Hsinchu Science Park في مقاطعة تايوان الصينية الذي يركز على أشباه الموصلات والإلكترونيات، يمكن تقاسم الانتفاع بمرافق "الغرف النظيفة" لتصنيع الشرائح الإلكترونية. أما مجمع سايبرجايا Cyberjaya في ماليزيا، الذي يُعتبر جزءاً من أجزاء "ممر الوسائط المتعددة"، فيركز على تكنولوجيا المعلومات والاتصال، والتكنولوجيات الرقمية، ويستضيف الشركات المعنية بمختلف حلقات سلسلة القيمة، انطلاقاً من تطوير البرامجيات، ووصولاً إلى مراكز البيانات. وبفضل هذا التخصص، أصبح مجمع سايبرجايا بمثابة المركز الإقليمي للتكنولوجيا الذي يتيح للشركات تقاسم الانتفاع بالبنية التحتية وتبادل المعارف.

(The Edge Malaysia, 2025)

٤–انتشار فيض المعرفة :

إن تشكيل تكتُّلات مركزة للشركات التي لها يد في قطاعات صناعية متشابهة، يعزز فرص تبادل المعارف المتخصصة على نحو رسمي(من خلال براءات الاختراع، والمطبوعات مثلاً)، أو غير رسمي (من خلال العمل الشبكي وتشاطر الدراية مثلاً) على حد سواء. ويتضح ذلك بشكل جليّ من التجمُّعات العنقودية المواضيعية في وادي السيليكون Silicon Valley التي تتمحور حول التكنولوجيا والبرامجيات، حيث يدفع القرب الجغرافي عجلة النقل السريع للمعارف (Saxenian, 1994).

٥–استقطاب الاستثمار والمواهب :

إن التركيز المواضيعي الواضح يُضفي جاذبية أكبر على المجمعات لاستقطاب المستثمرين، والشركات الناشئة، والمهنيين من ذوي المهارات المناسبة في المجال المختار. فمركز التكنولوجيا "إليفيت كوانتوم"Elevate Quantum Tech Hub في كولورادو مثلاً، يشكل تجمُّعات عنقودية تضم الشركات المعنية بالتكنولوجيا الكمية، ومعاهد البحوث، والشركاء، مع التركيز المتخصص على تكنولوجيا المعلومات الكمية وما يتصل بها من المجالات. وبفضل التركيز المتخصص، قد نجح المركز بالفعل في حفز تعبئة مليار دولار أمريكي من استثمارات رأس المال المخاطر، وثمة إسقاطات تتوقع حشد رؤوس أموال من القطاع الخاص تصل قيمتها إلى ملياري دولار أمريكي لدعم الشركات الناشئة والشركات قيد التوسع المعنية بالمجال الكمي بحلول ٢٠٣٠(Elevate Quantum, 2024).

٦–اتساق السياسة العامة :

يتسق التجمَّع العنقودي المواضيعي في كثير من الأحيان مع الاستراتيجيات الوطنية أو الإقليمية المعنية بالابتكار، مما يتيح توفير الدعم الحكومي المستهدف من خلال التمويل، أو الحوافز الضريبية، أو الأطر التنظيمية المؤاتية. فعلى سبيل المثال، يركز التجمُّع العنقودي بيوبوليس (مدينة البيولوجيا) Biopolis في سنغافورة على علوم الطب البيولوجي، ويحظى بدعم من السياسات الحكومية الرامية إلى تحويله إلى مركز عالمي (Poh, 2010).

وإجمالاً، فإن التجمُّع العنقودي المواضيعي في كنف مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار تنشأ عنه نظم متخصصة تُوسّع نطاق الابتكار، وتُضاعف القدرة التنافسية بفضل تركُّز الدراية، والموارد، والشبكات، على نحو يتمحور حول قطاع بعينه، مما يُفضي إلى النهوض بالكفاءة والوقع المحقق في هذا المجال.

إن الدراسة الاستقصائية العالمية التي أجرتها الرابطة الدولية لمجمعات العلوم IASP عام ٢٠٢٢، تسلط الضوء على أن ٦٨ بالمائة من مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار في العالم تولي الأولوية للتجمُّع العنقودي المواضيعي لدفع عجلة الابتكار قدماً، وتبين الدراسة أن تكنولوجيا المعلومات والاتصال، والتكنولوجيا البيولوجية، تمثلان مجالي التركيز الأكثر انتشاراً (IASP, 2022).

وعليه، فإن التجمُّع العنقودي الاقتصادي يكون عظيم الأثر خاصةً في القطاعات التكنولوجية التي يتطلب النجاح فيها توافر فرص الابتكار وتشاطر المعرفة، والنفاذ إلى المواهب ورؤوس الأموال، والانتفاع بخدمات سلاسل الإمدادات المتخصصة، وتحقيق وفورات الحجم. ومن أبرز القطاعات التي ينطبق عليها ذلك يُذكر ما يلي :

١–البرامجيات وتكنولوجيا المعلومات :

إن التجمُّعات العنقودية كما هو الحال في وادي السيليكون Silicon Valley وبانغالورBangalore تقود عنان الابتكار السريع بفضل تركُّز المواهب، وتوافر رأس المال المخاطر والشبكات التعاونية. فالقرب الجغرافي يعزز التكرار التحسيني والتبادل السريع للمعارف.

٢–التكنولوجيا البيولوجية والمستحضرات الصيدلانية :

إن التجمُّعات العنقودية مثل مركز التكنولوجيا البيولوجية في بوسطنBoston وسان دييغو San Diego تستفيد من قربها الجغرافي من مؤسسات البحوث، والتخصص في العمل، وتوافر الدراية باللوائح التنظيمية، والبنية التحتية اللازمة لإجراء التجارب السريرية، وعلاقات التعاون عبر القطاعات في مجال علم المجين (الجينوميات)، والمستحضرات الصيدلانية، والمعدات الطبية، من أجل تعجيل تطوير الأدوية.

٣–تصنيع أشباه الموصلات والإلكترونيات :

إن ممرات التكنولوجيا كتلك التي تم إرساؤها مثلاً في مقاطعة تايوان الصينية وفي جمهورية كوريا، تستفيد من مزايا التجمُّع العنقودي من أجل تأمين كفاءة سلسلة الإمدادات، والانتفاع بالمعدات المتخصصة وخدمات المهندسين ذوي المهارات المطلوبة، وخدمات التصنيع الدقيق، مما يقلل التكاليف ويقلص مدة مراحل ما قبل الطرح في السوق.

٤–الذكاء الاصطناعي وتعلُّم الآلة :

إن مراكز الذكاء الاصطناعي مثل مدينتي تورونتو Toronto وشنجن Shenzhen تستقطب أفضل المواهب في مجال علم البيانات، وتتميز بشراكات قوية تربط بين الوسط الأكاديمي والقطاع الصناعي، وتزخر بالبنية التحتية الحاسوبية، مما يتيح تسريع عجلة تطوير الخوارزميات والتطبيقات.

٥–الطاقة النظيفة، والتكنولوجيا الخضراء، والابتكار البيئي :

إن التجمُّعات العنقودية الموجودة في أماكن مثل الدانمرك بالنسبة لطاقة الرياح، والصين بالنسبة لوديان الطاقة الشمسية، تتركز فيها أنشطة البحث والتطوير والتصنيع، وهي تقود عنان الابتكار من خلال توفير البيئة التنظيمية المؤاتية، والدعم على صعيد السياسة العامة، مما يجعل التكنولوجيات الخاصة بمصادر الطاقة المتجددة قادرة على التنافس مع غيرها من حيث التكاليف.

٦–الألعاب الإلكترونية، ووسائل الإعلام الرقمية، والصناعات الإبداعية :

تزدهر هذه القطاعات في ظل التجمُّعات العنقودية التي تتركّز فيها المواهب المبدعة والتقنية، وتتلاقى فيها التكنولوجيا والخدمات الإبداعية، والتي تشهد تعاوناً مستعرضاً بين قطاعات الألعاب الإلكترونية والأفلام والتصميم، مما يعزز الانتقال السريع إلى مرحلة النمذجة الأولية وجس نبض الأسواق.

وفضلاً عن ذلك فإن التشارك في الموقع الجغرافي ييسر العمل الشبكي المستند إلى العلاقات اللينة أو القوية، وفقاً لما يرد في مؤلف Granovetter(1973) . فالعلاقات اللينة هي التي تربط بين شركات تعمل في قطاعات مختلفة، مما يتيح الانتفاع بأفكار وأسواق جديدة، أما العلاقات القوية فتعزز الثقة والتعاون داخل القطاع الصناعي ذاته.

(Granovetter, 1973 ; Boschma and Frenken, 2010). ومن أجل تغذية هذه العلاقات، تقوم مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار في الكثير من الأحيان بتصميم الأماكن والمباني وفرص المشاركة في البرامج مثل إنشاء مراكز الابتكار، وتنظيم الفعاليات المؤاتية للعمل الشبكي، وإرساء المرافق المشتركة. ففي الهند مثلاً، فإن حاضنات بيونست BioNEST التابعة لمجلس مساعدة البحوث في مجال صناعة التكنولوجيا البيولوجية BIRAC قد تم إدماجها في إطار مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار، وهي تكفل التكامل بين مؤسسات البحوث والشركات الناشئة المعنية بالتكنولوجيا البيولوجية من أجل إرساء منظومة متلاحمة لحلقات سلسلة القيمة.(BIRAC, 2023)

إن التجمُّعات العنقودية المتخصصة توسع نطاق الابتكار وتضاعف الكفاءة

مراكز التكنولوجيا العالية التطور تزدهر بفضل المواهب والترابط

ومن خلال توحيد صف الأطراف الفاعلة حول محور تركيز قطاعي مشترك، تساعد مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار على استقطاب الاستثمار والمواهب والشراكات من حول العالم من أجل النهوض بمناطقها لتحويلها إلى مراكز معنية بالصناعات المستندة إلى التكنولوجيا العالية التطور. إلا إن التجمُّع العنقودي المواضيعي يتطلب التخطيط بعناية لتفادي الإفراط في التخصص الذي من شأنه أن يحد من القدرة على الصمود في وجه تقلبات الأسواق، ولا

سيما في ظل الاقتصادات النامية المتسمة بتطاير أوضاع الأسواق فيها (Martin and Sunley,2015). إن التجمُّع العنقودي المواضيعي الفعال يتطلب التخطيط الاستراتيجي بعناية، وتوافر الدعم المتواصل على صعيد السياسة العامة. وينطوي ذلك على وضع الخرائط لبيان توزيع الكفاءات الإقليمية، والوقوف على أوجه التآزر بين الشركات والمؤسسات، وتصميم البنية التحتية للمجمع على نحو يدعم هذه الروابط. وفضلاً عن ذلك، ينبغي أن يستجيب التجمُّع العنقودي لمتطلبات التوجُّهات العالمية والأولويات الإنمائية المحلية، للتأكد من اتساقه مع الاستراتيجيات الوطنية في مجالي الصناعة والابتكار (منظمة التنمية والتعاون في الميدان الاقتصادي OECD, 2007).

إن الشبكات المتسمة بالشمولية والأدوات الرقمية تعزز قدرة التجمُّعات العنقودية على الصمود

ومن الأهمية كذلك بمكان أن تتسم السياسة العامة بالاتساق على عدة مستويات. فيتعين على الحكومات الوطنية أن تعبّر عن التزام طويل الأجل تجاه القطاعات ذات الأولوية، بينما يجب على السلطات المحلية التأكد من أن استراتيجياتها المعنية بتحديد المناطق، والبنية التحتية، والقوى العاملة، تتسق مع أهداف التجمُّع العنقودي. وفي غياب الاتساق المذكور يُحدق بمجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار خطر التحُّول إلى مشاريع استثمارية عقارية منعزلة بدلاً من التطور إلى مراكز للابتكار مفعمة بالنشاط.

ويتضح من التجربة كذلك أن التجمُّعات العنقودية تزدهر عندما تغذي الشبكات المتسمة بالشمولية. إن عقد العزم على بذل الجهود للتفاعل مع الشركات الناشئة التي تقودها النساء، ومع الموردين من المناطق الريفية، ومع مجموعات البحوث غير الممثلة بالقدر الكافي، من شأنه أن يتيح توسيع نطاق معين المواهب، ونشر المنافع لتعُمّ كافة أفراد المجتمع على نحو أكثر تكافؤاً. إن هذه الممارسات الرامية إلى تحقيق الشمولية، انطلاقاً من وضع برامج لحضانة المشاريع تستجيب للاحتياجات الجنسانية، ووصولاً إلى تحديد الأهداف المتصلة بتأمين تنوّع الموردين، كلها تعزز قدرة التجمُّعات العنقودية على الصمود، وتُضفي عليها المزيد من الشرعية الاجتماعية. ففي موزمبيق مثلاً، تتعمد حاضنة المشاريع التابعة لمجمع مالوانا للعلم والتكنولوجيا والابتكار Maluana STI Park إشراك مجموعة من الخريجات الشابات في كل دورة. وفي إطار برنامج فيمتيك Femtech الذي يحظى بدعم من هيئة إيديالاب IdeiaLab، يتم

تشكيل تجمُّع عنقودي من الشركات الصغيرة بقيادة النساء للاستفادة من نموذج للدعم المشترك من أجل بناء القدرات في مجال ريادة الأعمال، وتعزيز التعلُّم في ما بين الأقران (الأونكتادUNCTAD,2024a).

وفي غانا، يستخدم معهد تكنولوجيا التصميم Design Technology Institute نظاماً للتدريب المهني المزدوج المسار لتشكيل تجمُّعات عنقودية من الشباب عبر مختلف المجالات الرقمية والإبداعية والصناعية، مما يسمح بإدماجهم في سلاسل القيمة المتأهبة للابتكار (الأونكتادUNCTAD,2024b).

وختاماً، تجدر الإشارة إلى أن إمكانية الترابط الرقمي تعتبر الآن من مقومات نجاح التجمُّعات العنقودية المواضيعية. فإن النطاق العريض العالي السعة، ومنصات البيانات المشتركة، وأدوات النمذجة الأولية المستندة إلى خدمات السحابة، تتيح للمجمعات المدمجة جغرافياً النفاذ الآني إلى سلاسل القيمة العالمية. وعليه ينبغي أن يتعامل واضعو السياسة العامة مع البنية التحتية الرقمية المتقدمة باعتبارها من المقومات الأساسية للتجمُّعات العنقودية وليست مجرد كماليات اختيارية.

رابعاً–الآليات التي تتيح الإدماج والابتكار في كنف التجمُّعات العنقودية

على الرغم من المنافع الجليّة التي يمكن للتجمُّعات العنقودية أن توفرها للشركات المندرجة فيها، إلا أنه كثيراً ما تبقى الجهود الرامية إلى تشكيل هذه التجمّعات دون المستوى الأمثل عندما لا توجد سياسيات تدعمها دعماً صريحاً. ويمكن تفسير ذلك على ضوء عدة عوامل رئيسية كالآتي :

١–نقص الحوافز التي تشجع العمل الجماعي :

قد تتردد الشركات في المبادرة بتشكيل التجمُّعات العنقودية أو الانضمام إليها في غياب آلية معنية بالتنسيق، وذلك خشية منها ألا تحصل على مقابل يضاهي استثماراتها في البنية التحتية المشتركة أو في أنشطة التعاون.

٢–مشكلة المتطفلين :

قد يحدو بعض الشركات الأمل في الانتفاع بمزايا التجمُّع العنقودي دون مساهمة حقيقية من طرفها، مما يفضي إلى تدني مستوى الاستثمار في الموارد أو المبادرات الجماعية.

٣–قلة ثقة الشركات بعضها بالبعض :

التجمُّع العنقودي الفعال يتطلب توافر درجة من الثقة والاستعداد لتشاطر المعارف. ولكن في غياب أطر السياسة العامة أو الوسطاء من أهل الثقة، قد تتخوف الشركات من تقاسم المعارف الخاصة بها، أو من التعاون مع المنافسين المحتملين.

٤–الانشغالات بشأن الملكية الفكرية :

إن الخوف من فقدان السيطرة على الابتكارات أو المعلومات الحساسة قد يردع الشركات عن الانخراط في المشاريع المشتركة أو أنشطة الابتكار المفتوح في كنف التجمُّعات العنقودية.

٥–الافتقار إلى الممارسات الفضلى :

في غياب سياسة عامة للدفع قدماً بنشر النماذج الناجحة، قد تفتقر الشركات إلى إمكانية الاقتداء بالأمثلة الحسنة، أو الانتفاع بالتوجيه، لمساعدتها على هيكلة الجهود التعاونية على نحو فعال.

٦– تكاليف تنظيم جهود التعاون :

إن المبادرة بتنظيم المشاريع المشتركة أو تقاسم الانتفاع بالمرافق وإدارة شؤونها قد تمثل عملية معقدة ومكلفة، ولا سيما في غياب الدعم أو التيسير الخارجي.

٧–صعوبة إدارة المشاريع المشتركة :

حتى وإن كانت المنافع واضحة للعيان، فإن تنسيق جهود العديد من الأطراف الفاعلة المستقلة يمثل مهمة تكتنفها تحديات عملية من شأنها أن تمثل عقبة لا يستهان بها.

٨–التوسُّع غير الكافي :

قد تكون الشركات الفردية دون الحجم المطلوب لتشكيل الكتلة الحرجة اللازمة لإضفاء الحيوية على التجمُّع العنقودي، وفي غياب الدعم على صعيد السياسة العامة، قد لا توجد آلية تتيح جمع شمل هذه الشركات الصغيرة، أو استقطاب عدد كافي من المشاركين.

٩–الافتقار إلى خدمات الدعم :

قد لا توجد أو لا تكفي السياسات التي توفر البنية التحتية الأساسية والأطر القانونية أو الحوافز المالية اللازمة لإضفاء الجدوى والجاذبية على التجمُّعات العنقودية.

في غياب الدعم اللازم على صعيد السياسة العامة يستعصي على التجمُّعات العنقودية الازدهار

وإجمالاً تجدر الإشارة إلى أنه على الرغم من المزايا الكبيرة التي يتيحها التجمُّع العنقودي، فإن غياب سياسات الدعم الصريح يترك الشركات تتلمس طريقها وحدها للتغلب على التحديات المتصلة بالتنسيق والثقة والموارد. وفي كثير من الأحيان يؤدي ذلك إلى بعثرة الجهود، وتفويت الفرص السانحة، وبقاء التجمُّع العنقودي دون المستوى الأمثل المطلوب على الرغم من المكاسب الجماعية التي يمكن تحقيقها بفضله.

وعليه، فإن مفتاح نجاح التجمُّع العنقودي مقترن بعقد العزم على غزل "النسيج الترابطي"، واعتماد السياسات المحددة اللازمة، واهتمام إدارة المجمعات بتوفير الفرص السانحة لتنمية رأس المال الاجتماعي وإطلاق عجلة التعاون في ما بين الشركات.

إن التجمُّعات العنقودية القوية تحتاج إلى النسيج الترابطي والأدوات التعاونية

وتتناول الفقرات التالية الأدوات التي تترجم مزايا القرب الجغرافي إلى قيمة اقتصادية حقيقية، مثل منصات تشاطر المعارف والشراكات بين القطاعين العام والخاص. وتعتمد مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار عدة آليات لتحقيق الاندماج بين الأطراف الفاعلة، وقيادة عنان الابتكار في كنف التجمُّعات العنقودية كالآتي :

١–انتشار فيض المعرفة :

إن القرب الجغرافي يتيح تبادل الأفكار على نحو غير رسمي ورسمي، مما يعزز الابتكار، ويشجع على استيعاب المعارف على نحو يحسّن القدرات الابتكارية للشركات ويرفع أداءها. ويتجلى ذلك بشكل خاص في نمو شركات التكنولوجيا العالية التطور الموجودة في منطقة سيشوان للتكنولوجيا المتطورة Sichuan Hi-tech Zone.(Tong et al., 2023).

وإن الجامعات ومعاهد البحوث الموجودة في كنف مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار تُعتبر كذلك بمثابة مراكز للمعرفة تقوم بنشر البحوث الطليعية بين الشركات.

٢–علاقات الترابط بين الشركات :

إن الشبكات التعاونية التي تربط بين الشركات تعزز التخصص والكفاءة. ففي مجمع سايبرجايا Cyberjaya في ماليزيا تشكل الشركات في قطاع تكنولوجيا المعلومات والاتصال سلاسل إمدادات تترابط حلقاتها بشكل وثيق، مما يتيح التسويق التجاري السريع للحلول الرقمية. وتؤدي علاقات الترابط المذكورة إلى خفض التكاليف، وتحسين القدرة التنافسية، إذ تستفيد الشركات من مواطن قوة بعضها البعض.

٣–الشراكات بين القطاعين العام والخاص :

كثيراً ما تعوّل مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار على الشراكات بين القطاعين العام والخاص لتمويل تكاليف البنية التحتية والبحوث وخدمات حضانة الشركات الناشئة. وفي الهند، يمثل وادي المجين Genome Valley في حيدر آباد تجمُّعاً عنقودياً لأنشطة البحث والتدريب والتصنيع في مجال الطب البيولوجي، ويحظى التجمُّع بدعم من الدولة وباستثمار من القطاع الخاص، ويُعتبر خير مثال لتوضيح أهمية الدعم الحكومي كعامل لحفز الابتكار بفضل تقاسم الموارد .(*GK Today*, 2024 ; *Telangana Today*, 2025).

٤–نقل التكنولوجيا وخدمات الحضانة :

إن حاضنات الأعمال التجارية في مجال التكنولوجيا الموجودة في كنف مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار تقدم الدعم للشركات الناشئة والشركات المتفرعة من الجامعات والمنبثقة عنها، من خلال توفير خدمات التوجيه والتمويل وفرص الانتفاع بالمرافق. وإن برنامج بيونست BioNEST التابع لمجلس مساعدة البحوث في مجال صناعة التكنولوجيا البيولوجية BIRAC في الهند قد ساهم في رعرعة الشركات الناشئة في مجال التكنولوجيا البيولوجية من خلال توفير فرص الانتفاع بمرافق المختبرات والعمل الشبكي والخدمات الاستشارية بأسعار مُدعّمة.(BIRAC,2023) . وتفيد تقارير رابطة مجمعات البحوث الجامعية (AURP) بأن مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار التابعة لأعضاء الاتحاد قد زادت من فرص البرمجة المتاحة في مجالات مثل سعة الحاضنات، وتيسير العمل الشبكي، والبرمجة في مجال ريادة الأعمال (AURP,2023).

٥–تيسير نقل المعارف والتعاون :

إن مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار تتيح نشأة منظومة مؤاتية للتعاون بين الجامعات ومعاهد البحوث والقطاعات الصناعية. وعلى سبيل المثال، ففي كنف اقتصادات منطقة آسيا والمحيط الهادئ مثل الصين ومقاطعة تايوان الصينية، فإن المجمعات مثل مجمع زي-بارك Z-Park ومجمع شين تشو للعلوم Hsinchu Science Park، تتيح الاندماج بين الجامعات والشركات، مما يعزز تبادل المعرفة ونقل التكنولوجيا. فهذه المجمعات تستضيف المكاتب المعنية بنقل التكنولوجيا، وحاضنات المشاريع، ومعجّلات النمو، التي تساعد على ترجمة البحوث الأكاديمية إلى تطبيقات تجارية، مما يسمح لهذه المجمعات بمعالجة الهوة الفاصلة بين البحوث واحتياجات السوق. ويتم تعزيز نقل المعارف والتعاون بفضل البنية التحتية المادية التي توفرها مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار والتي تشجع قيام علاقات التفاعل المقصودة أو العرضية، والتي تشمل أماكن العمل المشترك الجذابة المصممة على نحو يزيد من التفاعل الاجتماعي، ومرافق الخدمات المشتركة مثل المطاعم، والحانات، وساحات الطعام (فود كورت)، وقاعات الاجتماعات الرسمية وغير الرسمية، والأماكن المخصصة لعقد المؤتمرات وتنظيم المعارض.

٦-مزايا العمل الشبكي :

إن الفعاليات المعنية بريادة الأعمال والتكنولوجيا، مثل مسابقات الهاكاثون، وحلقات العمل الابتكارية، والمؤتمرات الخاصة بالمهنيين من قطاع معين، كلها يشجع على تعزيز الترابط والتعاون. ففي البرازيل يستضيف مجمع الميناء الرقمي "بورتو ديجيتال" Porto Digital على نحو منتظم المهرجانات المعنية بالتكنولوجيا والمسابقات في مجال الابتكار، من أجل تشجيع علاقات التفاعل بين الشركات والباحثين ورواد الأعمال. وإن المؤتمر العالمي الذي نظمته الرابطة الدولية لمجمعات العلوم IASP في عام ٢٠٢٣، قد شدد على أهمية الدور المنوط بتلك الفعاليات لتعزيز تشاطر المعارف على الصعيد العالمي، علماً بأن ٧٢٪ من المسؤولين عن إدارة المجمعات الذين تم استطلاع آرائهم قد ذكروا العمل الشبكي باعتباره المحرك الرئيسي لدفع عجلة الابتكار (وفقاً لمعلومات تم تداولها أثناء مؤتمر IASP المنعقد عام ٢٠٢٣).

٧-البنية التحتية المشتركة :

إن فرص الانتفاع بخدمات المختبرات ومرافق إجراء الاختبارات والنمذجة الأولية، وشبكات البيانات الفائقة السرعة، تذلل العقبات التي تعترض دخول الشركات في السوق أو القطاع، كما أنها تعزز أنشطة البحث والتطوير التعاونية.

٨-هياكل الحوكمة :

تضطلع الهيئات المسؤولة عن إدارة المجمعات بدور حاسم في ما يتعلق بتنسيق أوجه التفاعل بين الأطراف المعنية، وتيسير تنظيم الفعاليات التي تتيح العمل الشبكي، وانتقاء أفضل الشراكات، وتيسير إنشاء الشركات المستندة إلى الابتكار ونموها من خلال توفير خدمات الحضانة، وتيسير عمليات الانبثاق، وتقديم الخدمات الأخرى ذات القيمة المضافة، إلى جانب توفير أماكن العمل والمرافق العالية الجودة .(AURP,2023 ; IASP,2024)

تزدهر النظم عندما تقترن البنية التحتية بعلاقات التفاعل

٩–المنصات الرقمية :

تتيح أدوات التعاون الإلكترونية ومنصات تشاطر البيانات تعزيز الترابط بين الشركات، ولاسيما في كنف المجمعات الواسعة النطاق أو الموزّعة على عدة مواقع.

إن الآليات المشار إليها أعلاه تنشأ عنها نظم تتسم بالحيوية وتتيح في آن معاً توليد الابتكار وتسويق منتجاته تجارياً، مما يدفع بعجلة النمو الصناعي قدماً. إلا أن فعالية هذه الآليات تتوقف على هياكل الحوكمة، ونماذج التمويل، والقدرة على التكيّف مع التغيُّرات التكنولوجية وتقلبات الأسواق، خاصةً في ظل الاقتصادات النامية المحدودة الموارد. وباعتماد أدوات تكميلية على صعيد السياسة العامة يمكن تعزيز كل من الآليات المذكورة. فبرامج المنح المقابلة مثلاً تشجع الشركات على المشاركة في الاستثمار لتمويل مرافق البحث والتطوير المشتركة، أما نظم القسائم فتقلل من التكاليف التي تدفعها الشركات الصغيرة والمتوسطة الحجم من أجل الانتفاع بخدمات المختبرات لإجراء الاختبارات. ويمكن للحكومات أن تفرض إصدار التراخيص بشروط عادلة ومعقولة وغير تمييزية لاستخدام البحوث الممولة من القطاع العام والتي يتم إجراؤها داخل المجمع، مما يعجل من وتيرة نشر هذه البحوث لتستفيد منها الشركات المحلية.

ويظل بناء القدرات يمثل أمراً أساسياً. ومن شأن السلطات المسؤولة عن المجمعات أن تنظم حلقات عمل مستهدفة حول إدارة شؤون الملكية الفكرية، والامتثال للوائح التنظيمية، وخارطات الطريق المعنية بالتحول الرقمي، لمساعدة الشركات الناشئة على الانتقال من النموذج الأولي إلى المنتج. وإن التعيينات المشتركة والإعارات تؤدي إلى تعميق الثقة وتقليص حلقة ردود الفعل التي تربط بين القطاعين الأكاديمي والصناعي لتحسين استجابة البحوث لطلب الأسواق.

ولتأمين إمكانية تحقيق الإدماج في المستقبل، تعتمد مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار بشكل متزايد برامج "الوصول السلس" التي تسمح بإدراج الشركات الأجنبية الزائرة في إطار سلاسل الإمدادات المحلية، مما يتيح تدفق التكنولوجيا إلى داخل المجمع، ويسمح في آن معاً بفتح قنوات للتصدير أمام الشركات المحلية. كما أن اللوحات المتقدمة لمتابعة البيانات التحليلية الخاصة بالتجمُّع العنقودي توفر بيانات آنية عن كثافة التعاون ، والتسجيل المشترك لبراءات الاختراع، وأنماط حراك اليد العاملة، مما يزود المدراء بالقرائن اللازمة لإدخال التحسينات على خدمات الدعم.

الأدوات المتسمة بالشمولية والمستندة إلى البيانات تحدد معالم التجمُّعات العنقودية المتأهبة لخوض غمار المستقبل

وأخيراً، فإن اعتماد التدابير التي تستجيب للاعتبارات الجنسانية، مثل تشكيل مجموعات من الشركات التي تقودها النساء للاستفادة من أنشطة معجلات النمو، وفتح مرافق لرعاية الأطفال، واعتماد مدونات للسلوك لمكافحة التحيُّز، إنما من شأنه أن يكفل التأكد من وضع منافع الاندماج في متناول معين أوسع نطاقاً من المواهب، مما يؤدي بدوره إلى تعزيز التنوع على صعيد التجمُّع العنقودي، ويزيد من مخرجات الابتكار. ففي أوزبكستان مثلاً، تقوم مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار الناشئة باعتماد السياسات التي تعزز مشاركة المرأة في حوكمة المجمعات وريادة الأعمال، ويشمل ذلك تقديم الدعم المستهدف للشركات الناشئة التي تقودها النساء، وإتاحة وضع الترتيبات المرنة للعمل، ومنح فرص الانتفاع بخدمات شبكات التوجيه.(الأونكتادUNCTAD, 2024c).

وعلى نفس النسق، تقوم منغوليا بتوسيع نطاق الآليات التي تكفل الشمولية من خلال توفير برامج المنح الدراسية، والأدوات المالية، وخدمات التوجيه، للتأكد من أن الشباب والنساء لا يتم فقط إدماجهم في الأنشطة المعنية بالعلم والتكنولوجيا والابتكار، بل يتم أيضاً تشكيل تجمُّعات عنقودية لصالحهم على نحو يمكنهم من تحقيق النمو المشترك، ونشر الابتكار، والمشاركة في حلقات سلسلة القيمة (الأونكتادUNCTAD, 2025).

خامساً–التحديات والمخاطر التي قد تواجه البلدان النامية

على الرغم من المزايا الجليّة التي يتيحها التجمُّع العنقودي، يجب على مدراء المجمعات وواضعي السياسة العامة الإقرار بوجود قيود من شأنها أن تعرقل تحقيق الوقع المنشود أو تمييع أثره.

١–التخصص المفرط :

إن التركيز على قطاع بعينه قد يعرّض المجمعات لخطر التأثُّر بتقلبات الأسواق. وعليه، يتعين على التجمُّعات العنقودية أن تسعى بشكل متواصل إلى التكيُّف مع أوجه التقدم التكنولوجي، ومع التغييرات في الأسواق، للحفاظ على جدواها.

٢–النزاعات المتصلة بالحوكمة :

إن الانتقال إلى نماذج يقود عنانها الابتكار قد يُفضي إلى نشوب النزاعات بين الأطراف المعنية من القطاعين العام والخاص بشأن التمويل والأولويات. ومن شأن انشقاق الصف أن يعرقل التعاون واستخدام الموارد.

٣–المنافع غير المتكافئة :

قد تتركز المكاسب الاقتصادية في قبضة الشركات الكبرى أو المراكز الحضرية، مما يؤدي إلى تفاقم أوجه التفاوت بين هذه الشركات والشركات الأخرى الصغيرة والمتوسطة الحجم، وكذلك في ما بين المناطق والأقاليم. فعلى سبيل المثال، فإن الشركات الصغيرة والمتوسطة الحجم في كنف مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار بالهند كثيراً ما تعاني الأمرّين للحصول على الموارد، مما يقيد نموها (منظمة التعاون والتنمية في الميدان الاقتصادي،OECD,2024). وتبين الدراسة الاستقصائية التي أجرتها الرابطة الدولية لمجمعات العلوم IASP عام ٢٠٢٢، أن ٦٠٪ من مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار في كنف الاقتصادات النامية تواجه التحديات التي تُعيق الإشراك الفعال للشركات الصغيرة والمتوسطة الحجم (IASP, 2022).وبالنظر إلى أن الشركات الصغيرة والمتوسطة الحجم تمثل عادةً المصدر الرئيسي لفرص العمل في أي بلد، وبالنظر إلى أن العديد منها يدير دفتها رواد أعمال من الشباب، فإن الانخراط الفعال للتفاعل معها ومع الشركات التي تقودها النساء، سيحقق وقعاً اقتصادياً واجتماعياً إيجابياً للغاية.

٤–التكاليف الباهظة في المراحل الأولى :

إن تطوير مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار قد يتطلب استثماراً هائلاً لتمويل البنية التحتية ومرافق البحوث وتنمية المواهب. وقد احتاج وادي المجين/الجينوم Genome Valley بالهند إلى تمويل من الدولة بمبالغ طائلة، كما أن تمويل المشروع الخاص بالمرحلة الثانية من تطوير وادي المجين سيتطلب استثمار بقيمة ٢٠ مليار روبية هندية(Rs2000Cr)(أي ما يعادل ٢٣١,٢٢ مليون دولار أمريكي). ويأتي ذلك بالإضافة إلى تمويل ١٠ من القرى الصيدلانية باستثمار إضافي إجمالي قدره تريليون روبية هندية (Rs1lakhCr) (أي ما يعادل ١١,٥٦١ مليار دولار أمريكي). ومن المتوقع أن تولّد هذه المبادرات فرصاً للعمل لتوظيف نحو ٥٠٠٠٠٠ شخص(BioSpectum,2024). إلا أن تأمين التمويل على المدى الطويل للحفاظ على مستوى النشاط المطلوب من شأنه أن يمثل مهمة محفوفة بالتحديات.

٥–استبقاء المواهب :

إن القرب من الأسواق العالمية قد يساهم في ظاهرة هروب الأدمغة من خلال هجرة المواهب إلى الاقتصادات المتقدمة. ففي ماليزيا مثلاً، يواجه مجمع سايبرجايا Cyberjaya بعض التحديات لاستبقاء المهنيين ذوي المهارات المناسبة بسبب التنافس مع سنغافورة (Teoh et al.,2024). وإن القوالب النمطية التي تعتبر أن المسارات المهنية في مجال العلم والتكنولوجيا لا تناسب المرأة، وتوزيع الأدوار التقليدي بين الجنسين، وعدم تكافؤ فرص الانتفاع بخدمات التعليم والتمويل والتوجيه، كلها عوامل عرقلت مشاركة المرأة في الشركات التي تركز على التكنولوجيا. ففي أوزبكستان

مثلاً لا تعتبر إلا ٢٣٪ من النساء أنهن مؤهلات لاتباع مسار مهني في مجال العلوم والتكنولوجيا والهندسة والرياضيات (STEM)(برنامج الأمم المتحدة الإنمائي، UNDP,2023).

٦-الآثار البيئية والاجتماعية :

إن تكنولوجيات الثورة الصناعية الرابعة، حتى وإن كانت فعالة، قد تزيد من استهلاك الطاقة أو تؤدي إلى نزوح فرص العمل، وبالتالي فإنها تقترن بثمن اجتماعي وبيئي في ظل السياقات المتسمة بشُح الموارد.

ولمعالجة هذه التحديات يجب اعتماد السياسات القابلة للتكيُّف، وضمان الحوكمة المتسمة بالشمولية، والإدارة المقترنة بروح المبادرة، والتقييم المتواصل للتأكد من أن مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار تحقق النتائج المنشودة على نحو منصف ومستدام. وفي عداد الأدوات العملية لتخفيف وطأة المخاطر يأتي التمويل المرحلي للبنية التحتية، ونماذج تقاسم الإيرادات لإشراك الشركات الصغيرة والمتوسطة الحجم، وشبكات المستفيدين السابقين من برامج التدريب الذين يشجعون العاملين ذوي المهارات المقيمين في الخارج على العودة إلى الوطن أو على تقديم خدمات التوجيه للمواهب المحلية. وإن القيام بانتظام بإجراء عمليات للتدقيق في الآثار البيئية، ووضع الأطر للضمانات الاجتماعية، من شأنه أن يسمح بتفادي العوامل الخارجية السلبية، مما يتيح التأكد من أن النمو يظل مستداماً ويعود بالنفع على أوسع نطاق.

من شأن السياسة العامة الذكية أن تحول المخاطر إلى مقومات للقدرة على الصمود

سادساً–الدروس المستفادة من دراسات الحالة

إن العديد من مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار في كنف الاقتصادات الناشئة تُعتبر بمثابة الأسوة الحسنة في ما يتعلق بالممارسات الجيدة للاستفادة المثلى من التجمُّع العنقودي من أجل تحقيق التنمية الصناعية كالآتي :

١–سايبرجايا Cyberjaya ، ماليزيا

الممارسة : يسهر المجمع على إضفاء التكامل على حلقات سلسلة القيمة في مجال تكنولوجيا المعلومات والاتصال، انطلاقاً من تطوير البرامجيات، ووصولاً إلى مراكز البيانات، مما يعزز الروابط بين الشركات وانتشار فيض المعرفة.

النتيجة : تحقيق معدلات إنتاجية أعلى مقارنةً بتلك التي تحققها الشركات المماثلة من خارج المجمع.

الدرس : ترتكز القدرة التنافسية على جمع شمل حلقات سلسلة القيمة في مكان واحد والتنسيق بينها، وعلى توافر البنية التحتية الرقمية المتينة.

٢–وادي المجين/الجينوم Genome Valley ، حيدر آباد، الهند

الممارسة : يقرن المجمع بين الاستثمارات من القطاعين العام والخاص، مع التركيز على مجال التكنولوجيا البيولوجية والمستحضرات الصيدلانية، كما يقوم باستضافة معاهد البحوث والشركات الناشئة والشركات المتعددة الجنسيات.

النتيجة : استحداث أكثر من ٢٥٠٠٠ فرصة عمل، وتحقيق نمو ملحوظ في الصادرات الصيدلانية.(Adams,2025)

الدرس : يمثل الالتزام الحكومي الطويل الأجل وتقاسم سعة المختبرات عوامل حافزة للابتكار.

٣–"بورتو ديجيتال"(الميناء الرقمي) Porto Digital ، ريسيفه Recife، البرازيل

الممارسة : يستفيد المجمع أمثل استفادة من التعاون بين الجامعات والقطاع الصناعي، وينظم المهرجانات المعنية بالتكنولوجيا لتعزيز الابتكار في مجال تكنولوجيا المعلومات والاتصال والصناعات الإبداعية.

النتيجة : تقدر مساهمة المجمع في الاقتصاد الإقليمي بمليار دولار أمريكي سنوياً، ويتم تقديم الدعم لأكثر من ٣٠٠ شركة ناشئة.

الدرس : تنظيم الفعاليات المؤاتية لإقامة الشبكات بقيادة الجماعات يكفل الاستقطاب المتواصل للمواهب واستدامة ثقافة ريادة الأعمال.

يتوقف النجاح على البعد الاستراتيجي والدعم والشراكات

٤–حاضنات بيونست BioNEST التابعة لمجلس مساعدة البحوث في مجال صناعة التكنولوجيا البيولوجية BIRAC ، الهند

الممارسة : يُدمج المجلس حاضنات المشاريع في مجال التكنولوجيا البيولوجية في إطار مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار، مما يتيح للشركات الناشئة الانتفاع بخدمات المختبرات، والتوجيه، وفرص العمل الشبكي بأسعار مُدعّمة.

النتيجة : تم رعرعة أكثر من ٥٠٠ شركة ناشئة في مجال التكنولوجيا البيولوجية، مما سمح بتعجيل وتيرة تطوير المنتجات في قطاعي الصحة والزراعة.

الدرس : توفير خدمات الحضانة المستهدفة والتمويل بالمنح يسد فجوة التمويل في المراحل الأولى.

٥-مركز الابتكار The Innovation Hub، بريتوريا، جنوب أفريقيا

الممارسة : يتم التركيز على مجال تكنولوجيا المعلومات والاتصال، والاقتصاد البيولوجي، والتكنولوجيا الخضراء، ويتم إدماج الحاضنات بالقرب من الجامعات ومعاهد البحوث.

النتيجة : تم تقديم الدعم لأكثر من ١٠٠ شركة، واستحداث نحو ٢٥٠٠ فرصة عمل.

الدرس : القرب الوثيق من هيئات البحوث، والدعم المنتظم من الحكومة المحلية، يعززان نمو التجمُّع العنقودي على الرغم من القيود المفروضة على الموارد.

وفي كل من الحالات المذكورة تتكرر ثلاثة عناصر كالآتي :

أ)التركيز القطاعي الواضح، ب)التعاون المتواصل بين القطاعين العام والخاص، ج)اعتماد أدوات الدعم المناسبة للاحتياجات

وعلى الصعيد العالمي تتجلى العديد من الممارسات الجيدة لتأمين فعالية التجمُّع العنقودي في كنف مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار كالآتي :

١-الوقوف على القطاعات الصناعية المتخصصة niche industries :

تطوير التجمُّعات العنقودية على نحو يتناسب مع احتياجات قطاع صناعي محدد يضمن لها الجدوى والقدرة التنافسية. ويتطلب ذلك إجراء الدراسات التحليلية للأسواق، وإشراك الأطراف المعنية للتعرف على القطاعات التي تنطوي على مستوى عالٍ من الإمكانيات.

٢-توفير خدمات الدعم :

إن توفير خدمات الحاضنات، والمختبرات، والمراكز المعنية بالملكية الفكرية، يمثل أمراً ضرورياً لدعم الشركات الناشئة على مر المراحل الأولى من نموها.

٣-الاستثمار في تنمية قدرات القوى العاملة :

إن استقطاب اليد العاملة ذات المهارات المطلوبة وتدريبها يمثلان أمراً حيوياً.

٤–تشجيع التعاون :

توطيد الشراكات بين القطاع الصناعي والوسط الأكاديمي يعزز الابتكار.

٥–الحوافز المالية ورأس المال المخاطر :

توفير القروض بأسعار فائدة منخفضة، ومنح الخصومات الضريبية، ودعم رأس المال المخاطر، يشجع نمو الشركات القائمة على التكنولوجيا.

التركيز الواضح والتعاون هما محرك النجاح

وفي الحالات التي لم تُكلل فيها مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار بالنجاح المنشود في تحقيق أهدافها، تم الوقوف على عدة أسباب لتبرير ذلك .فيشير مؤلَّف Massey and Wield (1992) مثلاً إلى أن العديد من المجمعات الموجود مقرها في المملكة المتحدة قد فشلت في تحقيق أهدافها الرئيسية في أواخر القرن العشرين. ويُعزى ذلك إلى عدة أسباب من بينها ما يلي :

١–الافتقار إلى بيان واضح للقيمة :

في العديد من المجمعات لم يتم توضيح المزايا التي تجعلها تتفوق على المواقع الأخرى. فكثيراً ما كان اختيار الشركات لإرساء مقارها في المجمعات يعود لأسباب لا علاقة لها بالابتكار، مثل السهولة أو العلاقات الشخصية، وليس من أجل الانتفاع بموارد أو شبكات متخصصة.

٢–هشاشة الروابط بين الجامعات والقطاع الصناعي :

كانت علاقات التآزر المرتقبة بين الجامعات والشركات الموجودة في المجمع في الكثير من الأحيان إما ضعيفة أو منعدمة، مما أفضى إلى تقويض المنطق الكامن وراء تشكيل التجمُّعات العنقودية.

٣–عدم تحقيق الوقع الاقتصادي المنشود :

تحولت العديد من المجمعات إلى مجرد مشاريع استثمارية عقارية، وفشلت في توليد منافع اقتصادية أو تكنولوجية ملحوظة لصالح المناطق التي تأويها.

٤-الافتقار إلى القدرات المحلية الكافية :

فشلت العديد من مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار في تحقيق النتائج على أكمل وجه بسبب الافتقار إلى القدرات المحلية اللازمة لتصميم المشاريع وتنفيذها وإدارتها.

٥-قلة التنسيق بين الأطراف المعنية :

إن نقص التنسيق والتعاون بين الأطراف المعنية الرئيسية تسبب في كثير من الأحيان في تقويض فعالية مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار.

٦-التخطيط غير الكافي وعدم الاستناد إلى القرائن على النحو الواجب :

اعتمدت المجمعات غير الناجحة في مناسبات عديدة على النماذج العامة أو الافتراضات غير المدعومة بالاختبار، بدلاً من التخطيط بشكل محكم ومستند إلى القرائن وعلى نحو يراعي مواطن القوة والاحتياجات المحلية.

٧-التركيز بشكل مفرط على البنية التحتية على حساب الاهتمام بالمنظومة :

إن بعض مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار جعلت تركيزها ينصب في المقام الأول على الجوانب العقارية والبنية التحتية، مع إهمال تطوير نظم نشطة للابتكار، وتوفير خدمات الدعم اللازمة، وفرص العمل الشبكي.

٨-القيود المفروضة على السياسة العامة والموارد :

إن مستوى التمويل المنخفض أو غير الثابت، والافتقار إلى الاتساق على صعيد السياسة العامة، وضعف الدعم المؤسسي، كلها عوامل عرقلت تطوير بعض مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار وكفالة استدامتها.

٩-سوء الرصد والتكيُّف :

إن عدم القيام بانتظام بتقييم النتائج ومواءمة الاستراتيجيات في بعض الحالات قد جعل من الحفاظ على الجدوى والفعالية أمراً صعباً في ظل الظروف التكنولوجية والاقتصادية المتغيرة.

تبين كل الممارسات الموفّقة منها والأقل توفيقاً أن مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار لا تحقق النجاح فقط من خلال تشكيل التجمُّعات العنقودية للشركات، ولكن أيضاً بفضل رعرعة نظم ابتكار حقيقية تستجيب للسياق الإقليمي من حولها. ويتوقف نجاح مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار على توافر القدرات المحلية القوية، والتفاعل النشط مع الأطراف المعنية، والتخطيط المستند إلى القرائن، ونظم الدعم المتينة، والتكيُّف المستمر.

يتوقف نجاح مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار على النظم وليس على البنية التحتية

سابعاً–التوصيات على صعيد السياسة العامة

تمثل مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار أدوات قوية التأثير لتعزيز التنمية الصناعية بفضل التجمُّع العنقودي الذي يجعلها بمثابة منصة للابتكار والتعاون والنمو الاقتصادي. ومن خلال تعزيز التجمُّع العنقودي المواضيعي، وتأمين التكامل بين الأطراف الفاعلة في إطار سلسلة القيمة، والاستفادة المثلى من مختلف الآليات مثل انتشار فيض المعرفة، والشراكات بين القطاعين العام والخاص، تتيح هذه المجمعات تعزيز الإنتاجية، واستحداث فرص العمل، ودفع عجلة

القدرة التنافسية الإقليمية قدماً. إلا أن التخصص المفرط، والاختلاف في الرأي بشأن الحوكمة، وعدم تكافؤ توزيع المنافع، كلها يمثل تحديات تتطلب إدارة شؤونها بعناية، ولاسيما في ظل السياقات ذات الموارد المقيَّدة.

وتبين دراسات الحالة أن النجاح مرهون بالتخطيط الاستراتيجي، وتصميم السياسة العامة على نحو محكم التدبير، وإقامة الشراكات المتينة، والاستثمار في البنية التحتية، والتعاون بين الأطراف المعنية، وإضفاء الشمولية على النظم. وعليه، يجب على واضعي السياسة العامة اعتماد الاستراتيجيات المرنة والمستندة إلى القرائن من أجل الاستفادة القصوى من الطاقات الكامنة في مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار ومعالجة المخاطر في آن معاً. من خلال تنفيذ السياسات الواردة في التوصيات، يمكن لمجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار أن تصبح محركات قوية للدفع قدماً بعجلة التنمية الصناعية المستدامة والواسعة النطاق، في ظل الاقتصاد العالمي القائم على المعرفة.

وتبين التدابير التالية المندرجة في إطار السياسة العامة ما يمكن أن يقوم به كل من الحكومات على مختلف الأصعدة والمسؤولين عن إدارة مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار، من أجل تكليل التجمُّع العنقودي بالنجاح، وذلك كالآتي :

١-تعزيز التخصص المواضيعي المقترن بالمرونة :

أ)التركيز على الصناعات ذات الطاقات الكامنة الكبيرة وعلى القطاعات المتسقة مع مواطن القوة الإقليمية والمحلية، ومع احتياجات الصناعة، وديناميات الابتكار. إن فعالية التجمُّع العنقودي المواضيعي مرهونة بالتخطيط المستند إلى القرائن، والذي يشمل وضع الخرائط لبيان توزيع الكفاءات الإقليمية، والوقوف على أوجه التآزر الممكنة بين الشركات والمؤسسات، وتصميم البنية التحتية للمجمعات على نحو يدعم تلك الروابط. ويجب تفادي الاعتماد على النماذج العامة أو الافتراضات، ولا سيما تلك التي أثبتت نجاعتها في ظل سياقات مختلفة.

ب)الاستجابة لكل من التوجُّهات العالمية والأولويات الإنمائية المحلية، مع تأمين الاتساق مع الاستراتيجيات الوطنية الصناعية وتلك المعنية بالابتكار.

ج)تطوير الآليات التي تكفل تنويع الأنشطة مع مرور الزمن لتخفيف وطأة المخاطر الناجمة عن الإفراط في التخصص.

التصميم الذكي يمكن مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار من تحقيق النتائج المنشودة

٢-تعزيز التكامل بين حلقات سلسلة القيمة :

أ)تقديم الحوافز للأطراف الفاعلة المعنية بالمراحل السابقة واللاحقة من سلسلة القيمة لتشجيعها على الاشتراك في الموقع الجغرافي، من خلال توفير الخصومات الضريبية أو المنح أو فرص الانتفاع بالبنية التحتية بأسعار مدعَّمة.

ب)تيسير قيام الروابط بين الشركات من خلال تقاسم الانتفاع بالمرافق والخدمات وتشكيل الاتحادات الصناعية.

ج)تعزيز المكاتب المعنية بنقل التكنولوجيا لمد الجسور بين البحوث والتسويق التجاري.

٣-تعزيز الشراكات بين القطاعين العام والخاص :

أ)إرساء أطر للشراكة بين القطاعين العام والخاص من أجل تمويل البنية التحتية والبحوث وبرامج الحضانة.

ب)تأمين الشفافية على صعيد الحوكمة لكفالة الاتساق بين أهداف القطاعين العام والخاص وتفادي نشوب النزاعات. إن اعتماد هياكل فعالة للحوكمة وإشراك القطاع الخاص فيها يعتبر أمراً أساسياً لتفادي الخمول الإداري، والتأكد من القدرة على الاستجابة لاحتياجات السوق.

٤-تعزيز العمل الشبكي وانتشار فيض المعرفة :

أ)الانخراط في الجهود النشطة الرامية إلى توطيد المنظومة والجماعة المعنية بالابتكار، بالتعاون مع مجموعة مختلطة من المشاركين الذين تم انتقاؤهم لغرض التنوع. ينبغي على المجمعات أن تتجاوز الهدف المتمثل في توفير أماكن للعمل فحسب، فعليها أن تعزز كذلك التعاون النشط وتبادل المعارف، وأن توفر خدمات الدعم اللازمة التي تعود بقيمة مضافة حقيقية على الجهات الموجودة داخل المجمع، وعلى الزبائن المستفيدين من البرامج.

ب)تصميم الأماكن العامة والمباني على نحو جذاب (مثلاً الأماكن المخصصة للعمل المشترك، والمرافق والخدمات الجماعية، ومراكز الابتكار)، وإعداد البرامج (مثل تنظيم مهرجانات التكنولوجيا، وعقد المنتديات الصناعية، وتوفير خدمات حاضنات المشاريع) لتعزيز إقامة علاقات لينة وقوية على حد سواء.

ج)دعم حاضنات الأعمال التجارية المعنية بالتكنولوجيا لرعرعة الشركات الناشئة، والشركات المتفرعة من الجامعات، من خلال توفير خدمات التوجيه والتمويل وفرص الانتفاع بالشبكات وبدراية الخبراء المتخصصين في المجال المعني.

د)استضافة فعاليات عالمية لتعزيز تبادل المعرفة العابر للحدود.

هـ)تحسين إمكانيات الحصول على رأس المال المخاطر، والمنح الحكومية، والحوافز المرتبطة بالموقع، والتسهيلات الائتمانية، ووضعها في متناول الشركات الموجودة داخل مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار.

و)نشر المنصات الرقمية لتيسير العمل الشبكي على الصعيد العالمي، وتقاسم الموارد، واتخاذ القرارات المستندة إلى البيانات.

ز)استحداث الهياكل الحافزة لمشروعات البحوث المشتركة بين الشركات والجامعات ومعاهد البحوث.

٥-النظر في المسائل المتعلقة بالشمولية وتكافؤ الفرص :

أ)إعداد البرامج اللازمة لدعم الشركات الصغيرة والمتوسطة الحجم للسماح لها بالانتفاع بأسعار مدعّمة بخدمات المرافق أو التدريب، للتأكد من توزيع المنافع على أوسع نطاق.

ب)تصميم السياسات لتأمين المشاركة الواسعة النطاق، بما في ذلك من خلال دعم الفئات والأقاليم المهمشة.

ج)تنفيذ السياسات الإنمائية الإقليمية لتفادي نشأة أوجه التفاوت بين المناطق الحضرية والريفية. وإن تقديم الدعم الذي يتماشى مع احتياجات الشركات الصغيرة والمتوسطة الحجم من شأنه أن يساعد على تعزيز الطابع الشمولي لمجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار.

د)تعزيز إشراك النساء من خلال تصميم السياسات التي تستجيب للاعتبارات الجنسانية، بما في ذلك دعم التجمُّع العنقودي لشركات رأس المال المخاطر بقيادة النساء، وإرساء البنية التحتية التي تراعي الاعتبارات الجنسانية، واستخدام أدوات قياس مدى الشمولية لرصد التقدم المحرز وتقييم النتائج.

هـ)تيسير مشاركة الشباب من خلال تشكيل التجمُّعات العنقودية التي تضم الشركات الناشئة بقيادة الشباب، وإعداد البرامج التدريبية لتعزيز فرص التعلُّم في ما بين الأقران، وتنمية المهارات، والإدماج في إطار نظم الابتكار.

٦-تخفيف وطأة المخاطر البيئية والاجتماعية :

أ)إدماج تكنولوجيات الثورة الصناعية الرابعة لتتكامل مع أهداف الاستدامة، مما يتيح تعزيز عمليات التصنيع ذات الحلقة المغلقة والممارسات التي تتسم بالكفاءة في استخدام الطاقة.

الشراكات وتكافؤ الفرص هما الشريان الذي يغذي الابتكار المستدام

الاستدامة والتقييم والشبكات عوامل تكفل تحقيق الوقع والأثر على المدى الطويل

ب)إدماج الاهتمام بالاستدامة البيئية في إطار عمليات التخطيط والتشغيل الخاصة بالمجمعات، بما في ذلك إرساء البنية التحتية الخضراء، وتطبيق مبادئ الاقتصاد الدائري.

ج)الاستثمار في تمويل برامج إعادة تأهيل المهارات لمعالجة مشكلة نزوح فرص العمل، والتأكد من أن العمليات الانتقالية تتم على نحو يكفل تكافؤ الفرص.

٧-رصد الأداء وتقييمه :

أ)تزويد المجمعات بهياكل إدارية خاصة تضم ممثلين للأطراف المعنية لتوجيه دفة أنشطة التطوير، ورصد الأداء، ومعالجة التحديات المتصلة بالتنسيق.

ب)تحديد مقاييس تسمح بتقييم النتائج التي تحققها مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار، بما في ذلك المقاييس المتعلقة بالإنتاجية، وعدد فرص العمل المستحدثة، ومخرجات الابتكار.

ج)تطبيق أطر متينة للرصد لتقييم مدى فعالية مبادرات التجمُّع العنقودي، وتوفير المعلومات اللازمة لإدخال التسويات على السياسة العامة.

د)إجراء عمليات التقييم على نحو منتظم من أجل مواءمة الاستراتيجيات، والاسترشاد في ذلك بمنهجيات الدراسة الاستقصائية العالمية للرابطة الدولية لمجمعات العلوم (IASP, 2022). ذلك أن التقييم المنتظم للأهداف والنتائج

واحتياجات الأطراف المعنية يساعد المجمعات على التكيُّف والحفاظ على جدواها، ويحول دون وقوعها في فخ الاكتفاء بإدارة الممتلكات العقارية فحسب.

٨-الاستفادة المثلى من الشبكات العالمية والإقليمية :

أ)تشجيع مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار على الانضمام إلى شبكات الابتكار العابرة للحدود الوطنية.

ب)تيسير إبرام الشراكات العالمية لاستقطاب الاستثمار الأجنبي المباشر والمواهب.

إن جملة هذه التوصيات تمثل خارطة طريق عملية للحكومات، ومجالس الحوكمة، وإدارات المجمعات، والمجالس الاستشارية، لتمكينها من إطلاق العنان لكامل الطاقات الكامنة في التجمُّع العنقودي في كنف مجمعات العلم والتكنولوجيا والابتكار، مع التأكد من استمرار تحقيق نمو يتسم بالشمولية والاستدامة والقدرة على الصمود.

المراجع

Adams J (2025). Hyderabad's Genome Valley, biopharma's scale-up hub. LabioTech. 18 July. Available at https://www.labiotech.eu/in-depth/genome-valley-india.

AURP (2023). The AURP Benchmarking Survey 2023: Advancing Communities of Innovation 2.0. Available at https://www.aurp.net/publications.

BBC (2013). Recife's tech hub takes on Brazil's wealthy south. 16 October. Available at https://www.bbc.com/future/article/20131016-brazil-tech-hubs-big-ambitions.

BioSpectrum (2024). Genome Valley Phase-II expansion to begin in Hyderabad with Rs 2000 Cr investment. 29 February. Available at https://www.biospectrumindia.com/news/22/24292/genome-valley-phase-ii expansion-to-begin-in-hyderabad-with-rs-2000-cr-investment.html. BIRAC (2023).

BIRAC 11th Annual Report 2022–2023. New Delhi. Available at https://birac.nic.in/webcontent/BIRAC_Annual_Report_2022_23.pdf.

Boschma R and Frenken K (2010). The spatial evolution of innovation networks: A proximity perspective. In: Boschma R and Martin R, eds. The Handbook of Evolutionary Economic Geography. Edward Elgar Publishing. Cheltenham: 120–135.

Brooke N (2012). Hong Kong science park: Optimising synergies. In: Wessner CW, rapporteur. Clustering for 21st Century Prosperity: Summary of a Symposium. Panel IV: Lessons from Abroad – Clusters, Parks, & Poles in Global Innovation Strategies. National Academies Press. Washington, DC. 91–93. Available at https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK115053.

Cadorin E, Klofsten M and Löfsten H (2021). Science parks, talent attraction and stakeholder involvement: An international study. Journal of Technology Transfer. 46:1–28. Available at https://link.springer.com/ article/10.1007/s10961-019-09753-w.

Elevate Quantum (2024). Elevate quantum awarded $127 million to secure US leadership in quantum technology. 2 July. Available at https://www.elevatequantum.org/elevate-quantum-awarded-127-million to-secure-us-leadership-in-quantum-technology.

Etzkowitz H and Zhou C (2017). The Triple Helix: University–Industry–Government Innovation and Entrepreneurship. Routledge. London.

Feldman MP and Audretsch DB (1999). Innovation in cities: Science-based diversity, specialization and localized competition. European Economic Review. 43(2):409–429.

Fukugawa N and Chang K (2025). Science parks in Taiwan and their value-adding contributions. Research Institute of Economy, Trade and Industry discussion paper 25-E-005. Available at https://www.rieti.go.jp/en/publications/summary/25010010.html.

GKToday (2024). Telangana unveils life sciences collaborative. 1 March. Available at https://www.gktoday.in/telangana-unveils-life-sciences-collaborative.

Granovetter MS (1973). The strength of weak ties. American Journal of Sociology. 78(6):1360–1380. Available at https://doi.org/10.1086/225469.

IASP (2022). Global Survey 2022: Science and Technology Parks and Areas of Innovation throughout the World. Málaga, Spain.

IASP (2023). Megatrends in Innovation Ecosystems. 40th IASP World Conference on Science Parks and Areas of Innovation. Luxembourg. 12–15 September. See https://www.iaspworldconference.com/previous/iasp-2023.

IASP (2024). Definitions: Science Park. Available at https://www.iasp.ws/our-industry/definitions/science-park.

Marshall A (1890). Principles of Economics. Macmillan. London.

Martin R and Sunley P (2015). On the notion of regional economic resilience: Conceptualization and explanation. Journal of Economic Geography. 15(1):1–42.

Massey D and Wield D (1992). Evaluating science parks. Local Economy. 7(1):10–25. Available at https://doi.org/10.1080/02690949208726126. 21 Strengthening science, technology and innovation parks for industrial development through clustering

OECD (2007). Competitive Regional Clusters: National Policy Approaches. OECD Publishing. Paris.

OECD (2024). Business Insights on Emerging Markets 2024. OECD Publishing. Paris.

Poh LC (2010). Singapore: Betting on biomedical sciences. Issues in Science and Technology. 26(3):Spring 2010.

Porter ME (1998). Clusters and the new economics of competition. Harvard Business Review. 76(6):77–90.

Porter ME and Heppelmann JE (2014). How smart, connected products are transforming competition. Harvard Business Review. 92(11):64–88.

Saxenian AL (1994). Regional Advantage: Culture and Competition in Silicon Valley and Route 128. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts.

Tan J (2006). Growth of industry clusters and innovation: Lessons from Beijing Zhongguancun Science Park. Journal of Business Venturing. 21(6):827–850.

Telangana Today (2025). KTR launches five projects at Genome Valley; announces investments worth Rs 1,100 crore. 7 August. Available at https://telanganatoday.com/ktr-launches-five-projects-at-genome valley-announces-investments-worth-rs-1100-crore.

Teoh WMY, Yuen YY, Chong SC and Chong CW (2024). Talent retention for sustainable high-skilled employment in information and communication industry. Journal of Information, Policy and Development. 8(15):9710. Available at https://doi.org/10.24294/jipd9710.

The Edge Malaysia (2025). Cyberjaya: A vibrant ecosystem for innovation. 7 August. Available at https://theedgemalaysia.com/content/advertise/cyberjaya-a-vibrant-ecosystem-for-innovation.

Tong T, Zainudin N, Yan J and Rahman A (2023). The impact of industry clusters on the performance of high technology small and middle size enterprises. Sustainability. 15(12):9333. Available at https://www.mdpi. com/2071-1050/15/12/9333.

Tremblay J-F (2010). Zhangjiang attracts the world's R&D. Chemical & Engineering News. 88(32). 9 August. Available at https://cen.acs.org/articles/88/i32/Zhangjiang-Attracts-Worlds-RD.html.

United Nations Development Programme (2023). Gender Digital Divide Assessment: Uzbekistan. Analytical review "Gender Digital Divide: Uzbekistan". UNDP Uzbekistan. Available at https://www.undp.org/sites/g/ f iles/zskgke326/files/2023-03/Final_Gender%20Digital%20Divide%20in%20Uzbekistan_d.pdf.

UNCTAD (2024a). Science, Technology and Innovation Parks in Mozambique: Assessment and policy issues. Geneva. Available at https://unctad.org/system/files/official-document/tcsdtlinf2024d3_en.pdf.

UNCTAD (2024b). Science, Technology and Innovation Parks Development in Ghana: Assessment and policy issues. Geneva. Available at https://unctad.org/system/files/official-document/tcsdtlinf2024d4_en.pdf.

UNCTAD (2024c). Science, Technology and Innovation Parks in Uzbekistan: Assessment and policy issues. Geneva. Available at https://unctad.org/system/files/official-document/tcsdtlinf2024d7_en.pdf.

UNCTAD (2025). Science, Technology and Innovation Parks Development in Mongolia: Assessment and policy issues. Geneva. Available at https://unctad.org/system/files/official-document/tcsdtlinf2025d1_en.pdf. 22