مجلة كلية الآداب بالوادي الجديد- مجلة علمية محكمة- ديسمبر ٢٠٢٤

ديناميكيات فرع دمياط والتطبيقات الجيومورفولوجية

" باستخدام الجيوماتكس"

د/صبحي عبد الحميد عبد الجواد(*)

ملخص البحث

يشغل مجري فرع دمياط حيز مكاني بلغت مساحته ٥٣.٣كم٢ وفقاً لنتائج تحليل مؤشر NDWI علي صورة القمر الصناعي Rapid Eye الملتقطة عام ٢٠٢٥م، وبلغ طول المجري نحو ٢٤٣.٥كم أما الطول المستقيم فبلغ ١٧٠.٦كم مما يشير الي ان المجري أكثر تعرجاً، وبلغ مأخذ الفرع عند تفرعه عند منسوب ٣٠متر فوق مستوي سطح البحر، وبلغ المعدل العام للانحدار نحو ٠.١٧متر/١كم، بدرجة انحدار ١٠.٥°، وبلغ متوسط عرض المجري ٣٨٥متراً بينما بلغ متوسط عمق المجري -١٠متر، وتراوح معدل التبخر ما بين ٤.٨٩-٥.١٨مم/شهر، و عدد الكباري ٣٠كوبري بمتوسط ارتفاع ٨متر، وعدد جزر ٧٨ جزيرة بمساحة ٢.٧كم٢ بنسبة ٥٪ من مساحة المجري تركز معظمها في الجزء الجنوبي من المجري، ومتوسط سرعة جريان المياه ٠.٧٠متر/الثانية، ويتميز الجانب الشرقي بمعدلات نحت شديدة بلغت نسبتها ٦٥.٨٪ أكثرها في الشمال، أما الجانب الغربي فيتميز بالارساب بنسبته ٣٤.٢٪، أكثرها في الجنوب، و متوسط التصريف السنوي ٢٣.٨مليون م٣، أما عدد الترع التي يتم تغذيتها من المجري بلغت ٢١٨ ترعة يخص الجانب الشرقي ١٢١ ترعة و الغربي ٩٨ ترعة ويتفاوت اتساع مأخذها ما بين ١٠-٢٥متراً، مما يقلل حجم التصريف المائي بالاتجاه شمالاً، فيؤثر علي العمليات الجيومورفولوجية بالمجري.

الكلمات المفتاحية: النمذجة، الذكاء الاصطناعي الجغرافي، التغيرات الزمكانية.

Dynamics of the Damietta Branch and Geomorphological Applications Using Geomatics

Abstract:

The course of the Damietta Branch occupies a spatial area of 53.3 km², according to the results of the NDWI index analysis on the Rapid Eye satellite image captured in 2025. The length of the branch is approximately 243.5 km, while its straight-line length is 170.6 km, indicating a highly meandering course. The branch originates at an elevation of 30 meters above sea level, with an average gradient of 0.17 meters per kilometer and a slope degree of 10.5°. The average width of the course is 385 meters, with an average depth of -10 meters.

The evaporation rate ranges between 4.89–5.18 mm/month. There are 30 bridges, with an average height of 8 meters, and 78 islands, covering a total area of 2.7 km², which accounts for 5% of the watercourse's area, mostly concentrated in the southern section. The average water flow velocity is 0.70 m/s.

The eastern bank is characterized by intense erosion, accounting for 65.8%, with the highest rates in the north. In contrast, the western bank is dominated by

(*) مدرس الجيومورفولوجيا ونظم المعلومات الجغرافية كلية الآداب – جامعة بورسعيد

sediment deposition, at 34.2%, primarily in the south. The average annual discharge is 23.8 million m^3.

A total of 218 irrigation canals are fed by the branch, with 121 canals on the eastern side and 98 canals on the western side, with intake widths varying between 10–25 meters. This reduces the water discharge volume northward, influencing the geomorphological processes of the watercourse.

Keywords: Geospatial modeling, Geo AI, spatiotemporal changes.

المقدمة

تتمتع الأنهار بقدرة متباينة على تغيير الواقع المورفولوجي بفعل عمليات النحت والإرساب التي تقوم بها على طول مجاريها من منبعها حتى مصبها، وهذه التغييرات تأثرت بالواقع الجغرافي الذي يمر به النهر مما أوجد حالة من التفاعل بين النهر والبيئة الطبيعية التي يجري بها ، الأمر الذي أدى الى تباين مواضع النحت والإرساب من منطقة إلى أخرى تبعاً لتباين الوضع الطبيعي للمجري خلال جريانه في أكثر من منطقة، وهذا الاختلاف يعمل على إيجاد عدد من ظاهرات الإرساب التي أصبحت بيئة ملائمة لتوطن الإنسان بقربها وممارسة نشاطاته المختلفة عليها، فكانت السهول الفيضية والجزر النهرية والظاهرات الإرسابية الأخرى عوامل جاذبة للاستقرار والاستثمار بالمنطقة، مما جعلها ذات أهمية كبيرة لتخصصات علمية متعددة ومنها الدراسات المورفولوجية التي عملت على دراسة حالة التغير التي شكلت سطح الأرض بفعل النهر كعامل .

تأخذ بنيات التكوينات أشكالاً مختلفة كالتطابق المتقطع Gross – bedding، والأفقي والترقق Lamination والتطبق المتدرج Graded bedding، وأن التدرج له أنواع وهو يأخذ غالباً التدرج المركب في الدورة الأحدث، ويكون التدرج داخل الدورة أو الطبقة الواحدة، ومرد ذلك إلى التدفقات المائية المضطربة Turbulent Flow بسبب الجريان القوى والسريع في ظل ظروف مناخية صحراوية، وأدى ذلك إلى اختلاف جهد الماء المتدفق، فاختلطت الرواسب وأصبحت رديئة التصنيف في بعض المواضع واختلفت بعض العينات عن القواعد العامة للرسوب.

كما أسهمت هذه التغييرات في اثارة العديد من التساؤلات لمعرفة الأسباب التي تدعو فرع دمياط كجزء لا يتجزأ من نهر النيل في تغيير مجراه وبناء جزره، ومعرفة مدى تأثر النهر بالموقع والمعطيات الطبيعية والبشرية التي تسهم في بناء عمليات النحت والإرساب، لذا تم دراسة تغيرات جانبي مجري فرع دمياط وعمليات البناء التي يقوم بها المجري في المنطقة الممتدة بين القناطر الخيرية جنوباً وحتى دخول المجري إلي مصبه عند مدينة رأس البر شمالاً، حيث اتضح أن هناك ضوابط طبيعية وبشرية عملت علي إظهار المجري بالشكل الذي هو عليه الآن، منها ما هو متعلق بمجرى النهر نفسه كسرعة الجريان وعرض المجرى ودرجة الاستقامة.

اضافه الي الضوابط التي تندرج تحت مسمى ضوابط خارجة عن المجرى وهي التي تُخضع النهر وتتحكم في سلوكه كالمناخ والتكوين الجيولوجي والعامل الطبوغرافي، فضلاً عن تدخل الإنسان

واستخداماته المختلفة، بالقرب من مجرى النهر أو فوقه، كلها عوامل أوجدت البيئة المناسبة لحدوث تغييرات على جانبي المجري وبالتالي من الضروري دراسة هذه العوامل ومدى تأثيرها على النهر والإنسان على حد سواء.

وجدير بالذكر أن التطور الجيوتقني في السنوات الأخيرة أتاح مقدرة كبيرة في توظيف التحليلات الجيومكانية في نظم المعلومات الجغرافية لتتبع مراحل التطور المورفولوجي لجانبي مجري فرع دمياط وتوظيف الذكاء الاصطناعي الجيومكاني Geo AI عبر تطبيق المؤشرات الطيفية Band Ratio علي صور الاقمار الصناعية في استخراج مواضع التغير Change Detection وانعكاساتها وتحديد حجمها وتصنيف تلك التغيرات الي نمطين جيومورفولوجيين إما نحت او ارساب، وقد تم تحديد مدى تدهور تغيرات جانبي مجري فرع دمياط بالتالي أصبح بالإمكان اتخاذ قرارات إستراتيجية تنموية مستدامة وفعّالة في مواجهة هذه التحديات المتزايدة، حيث إن الأنشطة البشرية التي تتجاهل الجانب البيئي قد تكون مسئولة بشكل ما عن تسريع وتيرة تغيرات جانبي مجري فرع دمياط.

موقع وأهمية منطقة الدراسة:

تقع منطقة الدراسة بين خطي طول ٥١.٢٧ً ٥٩َ ٣٠° و ٤٩.٥ً ٤٤َ ٣١° شرقاً ودائرتي عرض ٢٢.٧ً ٠٨َ ٣٠° و ٢٤.٢ً ٢٤َ ٣١° شمالًا، وبين مدينة القناطر الخيرية في اقصي الجنوب الغربي ومدينة رأس البر في اقصي شمال شرق منطقة الدراسة شكل (١)، وقد بلغ متوسط عرض مجري فرع دمياط نحو ٣٢٤.٣متراً، وهو يُعد جزءاً من الاقليم المورفولوجي للدلتا المصرية والتي نالت العديد من الدراسات المتنوعة الجغرافية منها وغير الجغرافية، وبلغ طول مجري فرع دمياط "موضوع الدراسة" عام ٢٠٢٥م نحو٢٤٥كم (*)، وهو بذلك الامتداد يشغل مساحة ٥٣.٣كم٢، ووفقًا لهذا الامتداد الجغرافي تخترق منطقة الدراسة نطاق مكاني يتضمن محافظات الجزء الشمالي الشرقي من الدلتا المصرية، والذي يمتد في خمس محافظات هي: القليوبية، المنوفية، الدقهلية، الغربية، وأخيراً دمياط، ويتغير اتجاه مجري فرع دمياط علي طول مسارهما بين أجزاء مستقيمة وأخري متعرجة ولكنه يأخذ اتجاها عاماً من الجنوب الغربي تجاه الشمال الشرقي.

الدراسات السابقة:

توجد العديد من الدراسات التي تناولت منطقة الدراسة الي جانب دراسات قامت بتوظيف العديد من الأساليب الجيومكانية في دراسة التغيرات الجيومورفولوجية للمجاري المائية أهمها: دراسة **(شاور، ١٩٦٦)** عن أراضي طرح النهر كله وقد تناولت الضوابط الطبيعية والبشرية المؤثرة علي ذلك وإظهار المناطق التي استطاع النهر نحتها وكذلك المناطق التي تكونت فيها الجزر كأحد ظاهرات الارساب، دراسة **(عز الدين،١٩٨١)** عن جيومورفولوجية فرع دمياط، حيث أهتمت بنشأة وتطور فرع دمياط والخصائص الطبيعية العامة اضافه الي رصد بعض الظاهرات الجيومورفولوجية بالفرع ومدى تأثير العوامل البشرية على فرع دمياط، ودراسة **(كليو، ١٩٨٥)** عن الاسنان كعامل جيومورفولوجي وتأثيره

(*) تم اجراء القياسات بالاعتماد على برمجيات ArcGIS Pro وصورة القمر الصناعي Rapid Eye بدقة وضوح ٣متر.

علي العمليات الجيومورفولوجية النهرية المتمثلة في النحت والإرساب وقدره الانسان في التحكم في هذه المعدلات من خلال الانشاءات الهندسية وانشاء الكباري والقناطر والسدود، ودراسة **(تراب،١٩٩٠م)** عن أثر بناء السد العالي على مورفولوجية فرع دمياط، وناقش فيه التغيرات المورفولوجية التي حدثت لمجري فرع دمياط بعد بناء السد العالي نتيجة لتدخل الانسان، ودراسة **(معهد بحوث الهيدروليكا،١٩٩٩م)** عن مشروع تطوير فرع دمياط ملاحياً وقد ركز علي دراسة قاع المجري من اجل حساب كم التكريك اللازم للوصول بعمق المجري للغاطس الملائم لحركة السفن ووسائط النقل النهري المختلفة، ودراسة **(معهد بحوث الهيدروليكا ،٢٠٠٢م)** عن تأهيل فرع دمياط للتصرفات المستقبلية واهتمت بدراسة وتحليل القطاعات العرضية لقاع المجري وحساب التصرفات المستقبلية المتوقعة لتحديد المناطق المعرضة للغمر علي طول المجري، ودراسة **(سلامه ،٢٠٠٦م)** في مقارنته للأخطار الجيومورفولوجية في مجري فرعي دمياط ورشيد وقد تناول فيها الخصائص الطبيعية لدلتا نهر النيل والخصائص المورفولوجية لفرعيه الاثنين دمياط ورشيد وقد ركز في دراسته علي الاخطار الناتجة عن هجره كلا المجريين.

أهداف الدراسة:

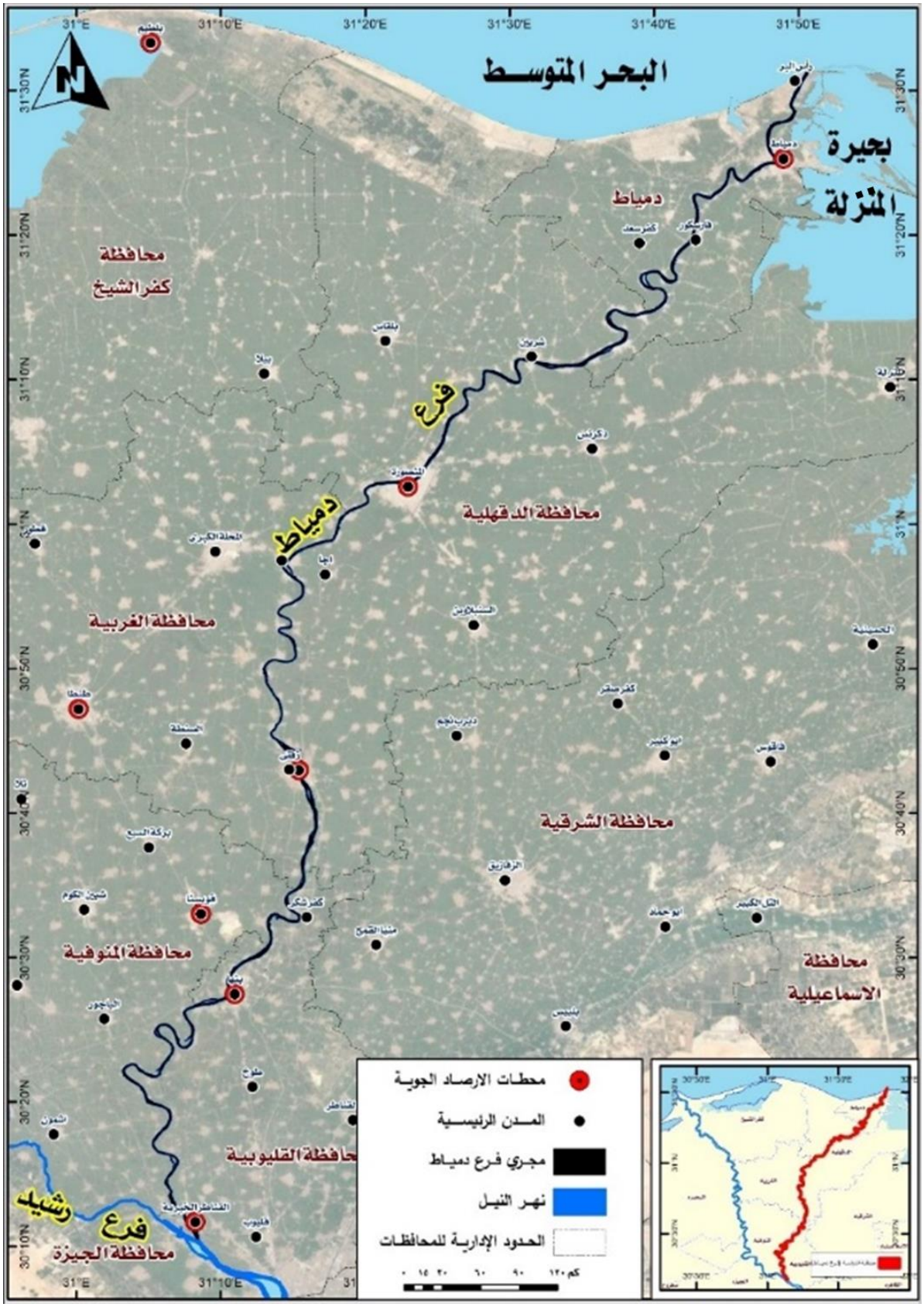
١- تحديد مناطق التغيرات المورفولوجية على جانبي القناة النهرية وشدتها وحدتها وسرعتها والاخطار الجيومورفولوجية على جانبي القناة.

أسباب اختيار الموضوع:

١- دراسة التغيرات المورفولوجية من نحت وارساب وتغيرات القناة النهرية قبل وبعد بناء السد العالي.
٢- محدودية الدراسات التي تناولت التغيرات الجيومورفولوجية لجانبي فرع دمياط.
٣- دراسة الضوابط الطبيعية والبشرية والعوامل الهيدرولوجية المؤثرة في تغيرات جانبي المجري.
٤- توافر الخرائط والصور الجوية وأرشيف صور الأقمار الصناعية.
٥- سهولة اجراء الدراسة الميدانية على طول المجري.

إشكالية الدراسة:

يمثل تنوع الضوابط المؤثرة في التغيرات الجيومورفولوجية تحدياً رئيسياً، فالتباين المتوقع للتغيرات الجيومورفولوجية على جانبي فرع دمياط، وضرورة توظيف التقنيات الجيومكانية لتحليل وتتبع التغيرات الزمكانية وتحديد المناطق المتأثرة سيكون صعباً لتباين هذه الضوابط على طول مسار مجري فرع دمياط.



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على صورة القمر الصناعي **Rapid Eye** بدقة وضوح ٣متر.

شكل (١) موقع منطقة الدراسة

المصادر والبيانات:

تم الاعتماد على الخرائط القديمة عام ١٩١٤م لرسم خط الأساس والخرائط الهيدروجرافية "معهد بحوث النيل" مقياس ١/٥.٠٠٠ مسح عام ١٩٨٢م وعام ٢٠٠٧م "غير منشورة" بعدد (١٠٣ لوحة) والخرائط الطبوغرافية مقياس ١/٢٥.٠٠٠ بعدد (٢٣ لوحة) عام ٢٠٠٥م، ومقياس ١/٥٠.٠٠٠ بعدد (١١ لوحة) عام ١٩٨٨م، والخرائط الجيولوجية مقياس ١/٥٠٠.٠٠٠، وصور القمر الصناعي Landsat [١]وSentinel [٢] متوسطة الدقة وRapid Eye [٣] عالية الدقة، والبيانات الأرشيفية للقمر الصناعي Corona [٤]، جدول (١) كما تم الاعتماد على نموذج الارتفاع الرقمي DEM بدقة ١٢.٥متر Alos Palsar [٥] لتحديد حجم المناطق المتأثرة بخطر النحت، بالإضافة الي أرشيف البيانات المناخية لعدد (٨) محطات هي: "دمياط، بلطيم، المنصورة، طنطا، قويسنا، زفتي، بنها، والقناطر الخيرية في الفترة ما بين ١٩٨٠-٢٠٢٤م.

منهجية البحث وأساليبه:

اعتمدت الدراسة على **المنهج التحليلي** لتتبع التغيرات الجيومورفولوجية لمجرى فرع دمياط على مدار ١١٠ عاماً باستخدام **المدخل التاريخي**، مع دراسة أنماط استخدامات الأراضي على كل من الجانبين الشرقي والغربي ،كما تم استخدام **المدخل الاستنباطي** لتحليل العلاقة بين الضوابط الطبيعية والبشرية المؤثرة في التغيرات، كما تم توظيف الأساليب الجيوتقنية الحديثة وتحليل الخرائط وصور الاقمار الصناعية لتحديد مواقع التغيرات شكل (٢) الي جانب الدراسة الميدانية التي هي من أهم المصادر التي يعتمد عليها لسد فجوات النقص في البيانات والتقارير، اضافه الي ضرورة التعرف

---

(١) **Landsat** برنامج مشترك بين وكالة الفضاء الأمريكية (NASA) وهيئة المساحة الجيولوجية الأمريكية (USGS) لجمع صور متعددة الأطياف للأرض باستخدام سلسلة من الأقمار الصناعية، حيث بدأ منذ عام ١٩٧٢ وما زال مستمرًا حتى اليوم.

(٢) **Sentinel-2** هو برنامج تابع للاتحاد الأوروبي يهدف إلى مراقبة الأرض باستخدام اثنان من الأقمار الصناعية (Sentinel-2A وSentinel-2B) اللذين تم إطلاقهما في عامي ٢٠١٥ و٢٠١٧، ويُعد Sentinel-2 أحد الأقمار الصناعية الأساسية التي توفر صورًا متعددة الأطياف بجودة عالية عبر ١٣ نطاقًا طيفيًا يشمل الضوء المرئي والأشعة تحت الحمراء القريبة والمتوسطة، مما يمكّن من دراسة وتحديد التغيرات البيئية بدقة، ويتميز Sentinel-2 بقدرة تصوير عالية الدقة تصل إلى ١٠ أمتار لبعض النطاقات، ويغطي سطح الأرض بأكمله بمرور متكرر كل ٥ أيام.

(٣) **Rapid Eye** هو نظام أقمار صناعية مخصص للاستشعار عن بعد، يتألف من خمسة أقمار صناعية متطابقة تعمل معًا لتوفير صور عالية الجودة للأرض، وقد تم تطوير وتشغيل نظام Rapid Eye من قبل شركة ألمانية كانت تُعرف بـ Rapid Eye AG، والتي أصبحت لاحقًا جزءًا من شركة Planet Labs.

(٤) **Corona** هو الاسم الرمزي لأول مهمة للأقمار الصناعية التجسسية الفوتوغرافية للولايات المتحدة، وكانت تعمل من عام ١٩٦٠م إلى عام ١٩٧٢م خلال تلك الفترة، التقطت أقمار كورونا صورًا عالية الدقة لمعظم سطح الأرض، مع التركيز الخاص على الدول الواقعة في كتلة الاتحاد السوفياتي ومناطق سياسية ساخنة أخرى لمراقبة المواقع العسكرية وإنتاج الخرائط لوزارة الدفاع.

(٥) **ALOS PALSAR** هو قمر صناعي راداري بتردد **L-Band**، مصمم لمراقبة تغيرات سطح الأرض، وقد بدأت عملياته في عام ٢٠٠٦م واستمرت حتى عام ٢٠١١م، ويُعتبر **PALSAR** واحدة من ثلاثة أدوات مثبتة على القمر الصناعي لرصد الأرض، وتسهم في تطوير مجالات رسم الخرائط والمراقبة الإقليمية لتغيرات الغطاء الأرضي، وكذلك في مراقبة الكوارث واستطلاع الموارد.

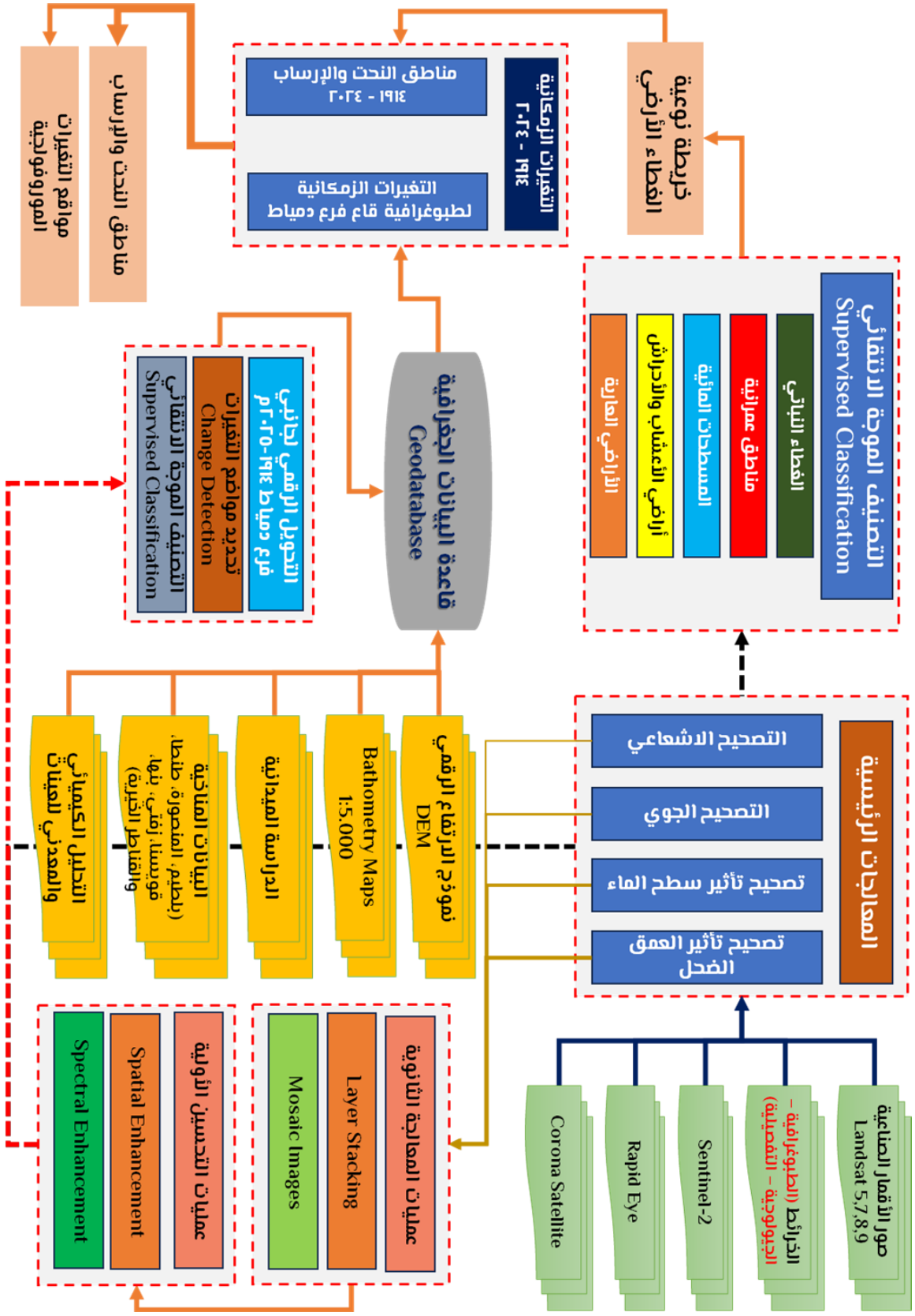
على طبيعة المنطقة والضوابط المحددة لها، ورصد وتسجيل الملاحظات سواء بالتصوير الفوتوغرافي أو بالوصف الجغرافي.

جدول (١) صور الأقمار الصناعية المستخدمة في الدراسة

السنة	اسم القمر الصناعي	عدد الاطياف	Path	Row	الدقة المكانية
١٩٦٨	Corona	١	–	–	٣متر
١٩٨٥– ١٩٨٦– ١٩٨٧ – ١٩٨٨ ١٩٩٠– ١٩٩١– ١٩٩٢ – ١٩٩٣ ١٩٩٤– ١٩٩٥– ١٩٩٦– ١٩٩٧	Land Sat 5–TM	٧	١٧٦	٣٨ ٣٩	٣٠ متر
٢٠٠٠ – ٢٠٠١–٢٠٠٢–٢٠٠٣ ٢٠٠٤– ٢٠٠٥– ٢٠٠٦– ٢٠٠٧ ٢٠٠٨ – ٢٠٠٩ – ٢٠١٠	Land Sat 7–ETM+	٩	١٧٦	٣٨ ٣٩	٣٠ متر، ١٤.٥ متر
٢٠١٥– ٢٠١٦– ٢٠١٧ ٢٠١٨– ٢٠١٩– ٢٠٢٠– ٢٠٢٣	Land Sat 8–OLI/ TIRS	١١			
٢٠٢٤	Sentinel–2	٣	------		١٠متر
٢٠٢٥	Rapid Eye	٨			٣متر

المصدر: من تجميع الباحث بالاعتماد علي: https://earthexplorer.usgs.gov ، https://corona.cast.uark.edu/

كما تم الاعتماد علي برنامج ENVI وتوظيف أدوات التحليل الطيفية Spectral Processing ونظم معالجة الأطياف Band Ratios لحساب نسب النطاقات وتحسين التباين بين الأعماق، مع الأخذ في الاعتبار أن هذه العملية تتأثر بالعديد من المدخلات مثل تعكر المياه (Turbidity)، والنباتات المائية (Aquatic Vegetation)، والتغيرات الموسمية في انعكاسية سطح الماء (Water Surface Reflectance)، وفي سبيل الحصول علي بيانات عالية الدقة والمصداقية تم الاعتماد علي نطاق (Blue Band) الذي يخترق المياه بعمق، ونطاق (Green Band) الذي يعبر عن الأعماق المتوسطة، ونطاق (Red Band) لتحديد التغيرات على الحدود الضحلة أو المياه العكرة، وأخيراً نطاق الأشعة تحت الحمراء (Near Infrared – NIR Band) لتحليل الغطاء النباتي وصحة النباتات، واكتشاف المياه، ومن أجل الوصول لنتائج أقرب للواقع بمصداقية عالية تم القيام بالتصحيحات هي: **التصحيح الإشعاعي** (Radiometric Correction) **والتصحيح الجوي** (Atmospheric Correction) **وتصحيح تأثير سطح الماء** (Water Surface Correction) **وأخيراً تصحيح العمق الضحل** (Shallow Water Correction).



شكل (٢) المخطط التفصيلي لمنهجية العمل التطبيقية

أولًا: الضوابط الطبيعية وأثارها على التغيرات الجيومورفولوجية للمجري:

١) الخصائص الجيولوجية:

أ- **التكوين الجيولوجي:** يمكن عرض التكوينات الجيولوجية بمنطقة الدراسة على النحو التالي:

- **تكوين الوسطاني:** يُعد من أقدم رواسب دلتا نهر النيل، ويتكون من الحصى والرمال الخشنة التي جلبتها الروافد الرئيسة من جبال البحر الأحمر، وكانت تصب في الخليج البليوسيني الذي تشكّل في أوائل عصر البليوسين نتيجة ارتفاع منسوب البحر المتوسط بنحو ١٨٠ مترًا عن منسوبه الحالي وهذا الارتفاع أدى إلى تراجع ساحل مصر نحو الجنوب حتى خط عرض القاهرة ووادي النطرون، وامتدت مياه البحر في خانق النيل، مكونة خليجًا طوليًا امتد حتى خط عرض كوم أمبو (Zaghloul, 1977, p.17)، وقد امتلأ هذا الخليج بالرواسب الجانبية من الحصى والرمال بحلول أواخر عصر البليوسين وأوائل البليوستوسين، ليصبح تكوين الوسطاني القاعدة الأساسية التي ترسبت فوقها رواسب الدلتا خلال الهولوسين، ويختلف سمك هذا التكوين داخل دلتا النيل، ويظهر بوضوح سطحياً شمال القاهرة بنحو ٥٠ كم، حيث يتزايد تدريجيًا باتجاه البحر المتوسط، ويتراوح سمكه بين ٧٥٠ و١٤٠٠ متر (Zaghloul, 1989, p.478).
- **تكوين ميت غمر:** ينتمي هذا التكوين إلى البليوستوسين الأوسط والأعلى في سطح عدم توافق يقع فوق تكوين الوسطاني (Zaghloul, 1989, p. 497) ويتكون من رواسب رملية بليوستوسينية، وقد تشكلت بفعل الروافد المنحدرة من جبال البحر الأحمر في الهضبة الشرقية في ذلك الوقت، ولم يكن النيل يتلقى أي ارسابات نيلية من المنابع حينذاك، حيث كانت مصادره الرئيسة من المنابع الاستوائية التي كانت تمده بكميات قليلة من الرواسب، وكان أغلب المياه إما أن تتبخر في الصحراء أو تصل إلى جنوب مصر بالقرب من حدود الخليج البليوسيني نتيجة للمناخ الجاف وشدة التبخر ، ويختلف سمك هذا التكوين داخل دلتا النيل، ويظهر سطحياً بشكل واضح شمال القاهرة بنحو ٧٠ كم، ويزداد سمكه تدريجيًا باتجاه الشمال، ويُقدر أن الفاصل بين تكوين ميت غمر وتكوين بلقاس الذي يعلوه، أي بين التكوينات النيلية الحبشية والبليوستوسينية، يقع على عمق يتراوح بين ٢٥ و٣٠ مترًا تحت مستوى السهل الفيضي (Embabi, 2004, p. 45).
- **تكوين بلقاس:** يتألف من الرواسب الطمية الحبشية التي جلبها نهر النيل إلى الدلتا خلال فترة الهولوسين، منذ حوالي ٢٥٠٠ عام قبل الميلاد، حين بدأ النيل بالتدفق بشكل دائم على مدار العام، مما أدى ذلك إلى بناء السهل الفيضي والدلتا الحالية (Embabi, 2004, p. 48)، حيث بدأ النيل في التدفق في أواخر البليوستوسين (العصر الحجري القديم الأعلى)، لكن الترسيب في البداية كان مقتصرًا على مصر العليا، بين وادي حلفا ونجع حمادي، حيث تم ترسيب الطمي الخشن بينما كان النهر في مصر السفلى منشغلاً بنحت وتعميق مجراه حتى الهولوسين، عندما

بدأ في جريان دائم وترسيب الطمي وتشكيل السهل الفيضي ودلتا النيل، كما يشير (Embabi, 2004, p. 47) إلى أن الطمي الخشن يصعب تمييزه عن الطمي الحالي لنهر النيل في أغلب الأحيان، ويختلف سمك تكوين بلقاس، المكون من الطمي وفق مستوى الأرض التي تم الترسيب عليها (Ball, 1939, p. 163)، لكنه يزداد بالاتجاه نحو الشمال نتيجة لتصنيف الرواسب الدلتاوية، حيث ترسبت المواد الخشنة عند رأس الدلتا بينما ترسبت الصلصالية منها عند قاعدتها، ما يجعل التربة أكثر دقة كلما اتجهنا شمالاً.

ويمكن القول ان بنيات التكوينات أشكالاً مختلفة كالتطبق المتقطع Gross – bedding ، والأفقي والترقق Lamination والتطبق المتدرج Gradedbedding ، وأن التدرج له أنواع ، ويأخذ غالباً التدرج المركب في الدورة الأحدث ، الموزع في الدورتين الأقدم والوسطى ، ويكون التدرج داخل الدورة أو الطبقة الواحدة ، ومرد ذلك إلى التدفقات المائية المضطربة Turbulent Flow بسبب الجريان القوى والسريع في ظل ظروف مناخية صحراوية، وأدى ذلك إلى اختلاف جهد الماء المتدفق ، فاختلطت الرواسب وأصبحت رديئة التصنيف في بعض المواضع واختلفت بعض العينات عن القواعد العامة للرسوب **(إبراهيم بدوى ٢٠٠٣ ص ٢٦ – ٣١)**.

ب- علاقة الارتباط بين درجة صلابة التكوينات وشكل المجري:

أدى احتجاز الرواسب أمام السد العالي في بحيرة ناصر إلى وصول المياه خلف السد خالية تقريبًا من الرواسب، مما زاد من قدرة المياه على نحت مجرى النهر وجوانبه، نتيجة لتحرر الطاقة المستخدمة سابقًا في نقل الرواسب، ولتقليل آثار النحت تم تحديد كمية المياه المنطلقة من الخزان بـ ٢٥٠ مليون متر مكعب/يوم، للحد من الأخطار الجيومورفولوجية وحماية المنشآت مثل السدود والقناطر، ومنذ عام ١٩٦٦م عمّق نهر النيل مجراه بمعدل لا يتجاوز ٢.٢سم/سنة بين كل من أسوان واسنا **(رشدي سعيد، ١٩٩٢، ص ٢٦٢)**.

ج- البنية الجيولوجية:

يتضح من تحليل شكل (٣) وجدول (٢) وما تم من خلال الدراسات المكتبية والحقلية للمنطقة عامة مدي تأثر القناة النهرية لفرع نيل دمياط خاصة بالانكسارات المتعددة وهي: الاتجاه الشمالي الشرقي/الجنوبي الغربي الاحدث ويتبع خليج العقبة والاتجاه الشمالي الغربي/الجنوبي الشرقي وينبع البحر الاحمر الاقدم على النحو الموضح وذلك على النحو التالي:

- **صدع جنوب الدلتا:** يؤثر هذا الصدع على الجزء الجنوبي من الدلتا ويمتد حتى القسم الشمالي منها ويأخذ الاتجاه "**الشمالي الشرقي/الجنوبي الغربي**" في اتجاه موازي لخليج العقبة، وهي صدوع ذات مسار عكس عقارب الساعة ويبلغ اجمالي عددها ٢٣صدع بإجمالي طول بلغ ١٧.٣كم تقريباً، ويمر حيث نقطة التقاء مجموعة صدوع خط الربط التي يطلق عليها اسم

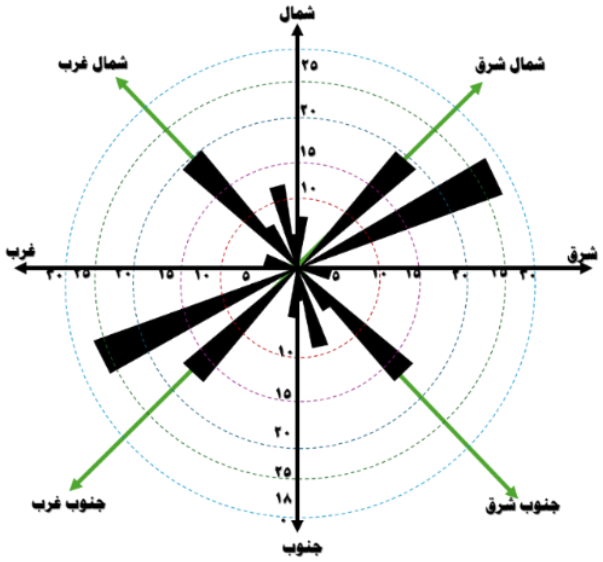
Hinge Zone faults في شمال شرق حوض الدلتا ويتميز هذا الصدع بأنه كان نشطًا حتى عصر ما قبل الكامبري (Neeve.al., 1982, pp: 1015-1030).

جدول (٢) اعداد وأطوال الصدوع بمنطقة الدراسة

الاتجاه	الاعداد	% من الاعداد	متوسط الطول/كم	% من الأطوال
شمال/جنوب	١٢	٢٢.٢	٩.٦	٧.٣
شمال شرق/جنوب غرب	٢٣	٤٢.٦	١٧.٣	١٣.٢
شرق/غرب	٥	٢٥.٩	١٥.٦	١١.٩
شمال شمال غرب/جنوب جنوب شرق	١٤	٩.٣	٨٨.٧	٦٧.٦
الاجمالي	٥٤	٪١٠٠	١٣١.٢	٪١٠٠

المصدر: بالاعتماد على الخرائط الجيولوجية مقياس ١/ ٥٠٠.٠٠٠، هيئة المساحة الجيولوجية، وزارة البترول والثروة المعدنية.

- **صدوع وسط الدلتا:** تأثرت منطقة وسط الدلتا بعدد من الصدوع العادية Normal Faults الناتجة عن حركة الهبوط التكتوني لخليج السويس وهي تأخذ اتجاه "**شمال شمال غرب/جنوب جنوب شرق**" في اتجاه موازي لخليج السويس ويبلغ اجمالي عددها ١٤ صدع بإجمالي طول بلغ ٨٨.٧كم تقريباً، وقد ارجع (El Fayoumy, 1968) نشأة هذه الصدوع الي نهاية عصر الأوليجوسين، وقد عززت هذه الصدوع من تكوين كتلة هابطة ومركبة بين الصدعين مما أثمر عن نشأة خانق كبير بشكل قاطع لكتلة جنوب الدلتا South Delta Block، ويتراوح عمق خانق وسط الدلتا بين ٢٥٠٠م شمال القاهرة و ٤٠٠٠م شمال الدلتا (Abd El-Motaal,1996,p:1728)، حيث يتفق مسار هذا الخانق مع اتجاه صدوع وسط الدلتا، أي أن مسار هذا الخانق يتفق مع الحزام الزلزالي الذى يجرى وسط الدلتا (Gergawi el.al., 1968, p. 27).



المصدر: بالاعتماد على الخرائط الجيولوجية مقياس ١/٥٠٠.٠٠٠.

شكل (٣) وردة الصدوع

- **صدوع شمال الدلتا:** تأثرت منطقة شمال الدلتا بصدعين أسفل البحر المتوسط الأول منها يسمى صدع رشيد Rosetta fault، ويأخذ اتجاه "**شمال /جنوب** "، ويبلغ اجمالي عددها ١٢صدع بإجمالي طول بلغ ٩.٦كم تقريباً وهو صدع في اتجاه عقارب الساعة، والثاني ويسمى بصدع Tamsah fault أو صدع التمساح، ويأخذ اتجاه شمال غرب/جنوب شرق، وقد أثرت هذه الصدوع بشكل واضح على الرواسب المنقولة إلى دلتا النيل خلال عصر الميوسين المتأخر وامتدت حتى الزمن الرابع (Masconi el. al, 1996, pp. 203-223).

٢) الخصائص الطبوغرافية:

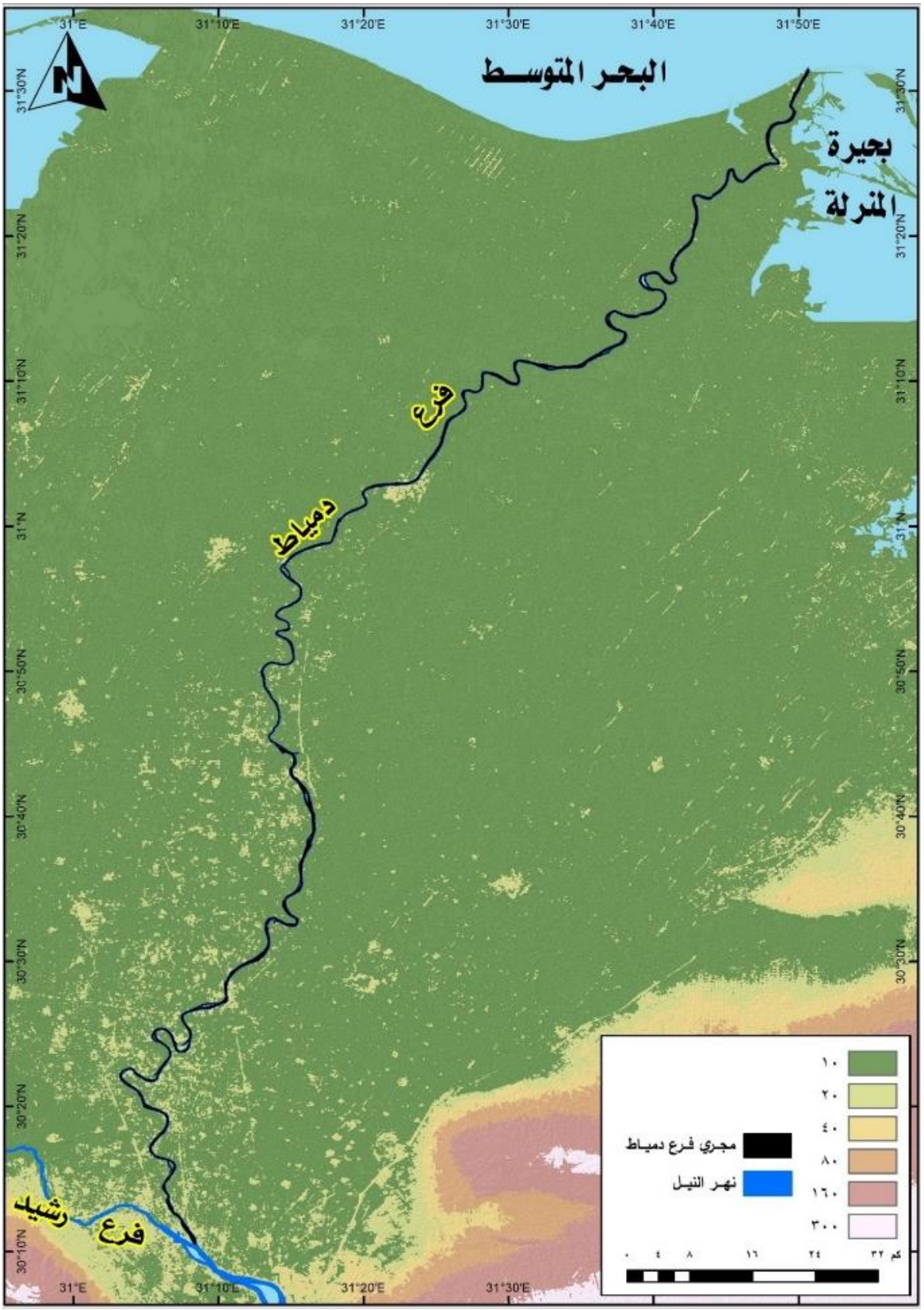
يتضح من تحليل شكل (٤) مدي تفاوت ارتفاع سطح منطقة الدراسة حيث يتفاوت ما بين ٥٤متر الي ما دون مستوي سطح البحر، كما يلاحظ مدي تنوع واختلاف طبوغرافية سطح الدلتا، كما اتضح من تحليل نموذج الارتفاعات الرقمي DEM وجود تفاوت طبوغرافي بين قطاعات المنطقة والذي بناء عليه تم تقسيم منطقة الدراسة الي قطاعات ويمكن عرضها علي النحو التالي ففي **القطاع الأول** بلغ طول المجري به ٧٤.١كم وكان أقصي ارتفاع به ٥٤م بينما كان أدني قيمة للارتفاع ٨م تقريباً، بلغ طول المجري في **القطاع الثاني** ٦٢كم تقريباً وكان أقصي ارتفاع به ٦٤متر بينما كان أدني قيمة للارتفاع ١١م تقريباً، بلغ طول المجري في **القطاع الثالث** ٣٤كم تقريباً وكان أقصي ارتفاع به ١٤م بينما كان أدني قيمة للارتفاع ٧م تقريباً، وبلغ طول المجري في **القطاع الرابع** ٦٢.٤كم تقريباً وكان أقصي ارتفاع به ١٥م بينما كان أدني قيمة للارتفاع ١م تقريباً.

٣) الخصائص المناخية:

تعتمد الدراسات الجيومورفولوجية بشكل أساسي على تحليل الخصائص المناخية كعامل رئيسي يتفاعل مع كل من الضوابط الجيولوجية والمورفولوجية عند اجراء دراسة لأي منطقة، بهدف محاولة فهم العناصر المناخية التي تؤثر على التصرفات المائية في مجرى فرعي دمياط، والتي تؤدي إلى تذبذب في كمية التصرفات المائية، مما يترتب عليه بعض من الأخطار الجيومورفولوجية، ويتضح من تحليل جدول (٣) الخصائص المناخية لمحطات منطقة الدراسة وذلك على النحو التالي:

أ- درجة الحرارة:

- **درجة الحرارة العظمي:** تراوحت قيم درجات الحرارة العظمى بمحطة دمياط ما بين ٢٥° في شهر يناير و٤٠° في شهر مايو، بينما في محطة بلطيم تصل بين ٢٥.٧° و٣٩.٥°، وسجلت المحطات الداخلية، مثل المنصورة، قيماً أعلى تراوحت ما بين ٣٠.٧° في يناير و٤٦.٩° في مايو، وهو النمط ذاته في محطتي طنطا وقويسنا، أما محطتي زفتى وبنها فسجلتا أعلى قيم لدرجات للحرارة العظمى بلغت ٤٧.٤° في يونيو، أما محطة القناطر الخيرية فكانت أكثر اعتدالاً، حيث بلغت إلى ٤٦.٦° في يوليو.



المصدر: بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمي **DEM** بدقة وضوح ١٢.٥متر.

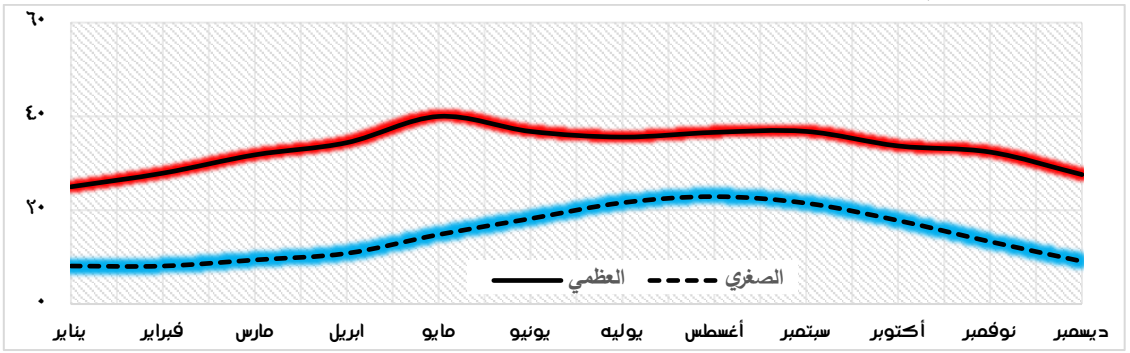
شكل (٤) طبوغرافية منطقة الدراسة

- **درجة الحرارة الصغرى:** أظهرت **المحطات الساحلية** قيم حرارية أكثر اعتدالاً، حيث تراوحت درجات الحرارة الصغرى بين ٨.١°م في شهر يناير و٢٢.٩°م في شهر أغسطس بمحطة دمياط، بينما في بلطيم بلغت درجات الحرارة الصغرى ٦.٢°م في شهر يناير وارتفعت إلى ٢١.٩°م في شهر أغسطس، مما يعكس استقرارًا نسبيًا في المحطات الساحلية، وعلى الجانب الآخر، سجلت **المحطات الداخلية** أدنى قيم في درجات الحرارة الصغرى حيث بلغت ٩°م بمحطة القناطر الخيرية، و١٠°م في محطتي زفتي وبنها في شهر يناير. وفي الصيف ارتفعت درجات الحرارة الصغرى إلى ١٨.٣°م في كل من محطات المنصورة، وطنطا، وقويسنا خلال شهر أغسطس، وسجلت محطتا زفتي وبنها ١٨.٢°م، ويتضح من الاشكال (٥/أ) إلى (٥/ح):

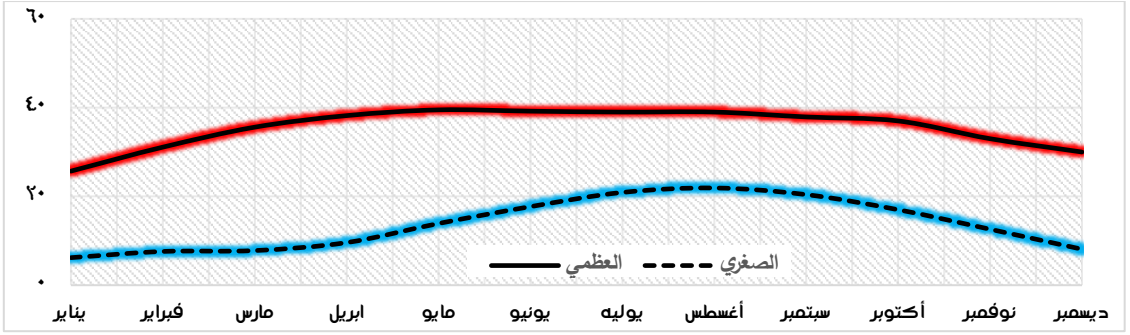
- لوحظ تذبذب في قيم درجات الحرارة في محطتي دمياط وبلطيم، حيث (بلغ المدي الحراري) بين درجات الحرارة العظمى والصغرى في شهر يناير حوالي ١٦.٩°م وفي محطة دمياط و١٩.٥°م وفي بلطيم، وفي المقابل شهدت المحطات الداخلية مثل محطتي المنصورة وطنطا تذبذبًا أكبر، حيث بلغ المدي في شهر يناير حوالي ٢٨.٨°م، وتعد محطتا زفتي وبنها الأكثر تذبذبًا في درجات الحرارة، حيث بلغ المدي بين درجات الحرارة العظمى والصغرى إلى ٢٩.٩°م في شهر يناير، أما في فصل الصيف فإن المدي يكون أقل لكنه لا يزال واضحًا، حيث بلغ ٢٧.٧°م في المحطات الداخلية.
- جاءت قيم درجات الحرارة أكثر اعتدالاً في فصل الشتاء **بالمحطات الساحلية** مثل دمياط وبلطيم، حيث تراوحت بين ٢٥°م و٣١°م، بينما **المحطات الداخلية** مثل المنصورة وطنطا سجلت فروقًا أكبر تعكس أثر المناخ القاري. وفي فصل الربيع سجلت درجات الحرارة ارتفاعًا ملحوظًا في شهر مايو، حيث بلغت أعلى درجة حرارة إلى ٤٦.٩°م في محطتي المنصورة وطنطا، أما في الصيف سجلت معظم المحطات الداخلية حرارة شديدة، حيث تجاوزت درجات الحرارة العظمى ٤٦°م مع ارتفاع درجات الحرارة الصغرى، مما جعلت الليالي أكثر دفئًا، بينما في الخريف سجلت درجات الحرارة انخفاضا تدريجيا، حيث تراوحت القيم العظمى بين ٣٢.٤°م و٤٤.٢°م، مما يعطي شعورًا بانخفاض الحرارة بعد فصل الصيف الحار.
- في **المحطات الداخلية** مثل المنصورة، طنطا، قويسنا، زفتي، بنها، والقناطر الخيرية، ارتفعت درجات الحرارة خلال فصلي الربيع والصيف، حيث تجاوزت درجات الحرارة العظمى ٤٦°م، مما أدت إلى زيادة معدلات التبخر بشكل كبير، حيث ارتفاع درجات الحرارة يعمل علي تسخين المياه بسرعة أكبر، مما يعزز تبخرها إلى الجو، بينما في شهري يونيو ويوليو،

تجاوزت درجات الحرارة العظمى في هذه المحطات ٤٦°م، مما يساهم في فقدان كميات كبيرة من المياه من المسطحات والمجاري المائية أثناء النهار وتكون معدلات التبخر عالية بسبب الحرارة المرتفعة، بينما تنخفض ليلاً مع انخفاض درجات الحرارة.

وعليه فإن الفاقد من التبخر بمجري فرع دمياط والذي يمكن حسابه من خلال معادلة (Thornthwaite, 1931)(*)، حيث كانت المحطات التي شهدت أعلى معدلات لتبخر المحتمل هي محطات المنصورة وطنطا وقويسنا بمعدل تقريبي قدرت بنحو ٥.١٨ مم/شهر، في حين سجلت كل من محطتي دمياط والقناطر الخيرية أدنى معدلات للتبخر المحتمل حيث قدرت بنحو ٤.٨٩ و٤.٩٤ مم/شهر على التوالي، مما يشير إلى أن المناطق الداخلية تشهد تبخرًا أعلى مقارنة بالمناطق الساحلية التي تسجل تبخرًا أقل، حيث إن ارتفاع معدلات التبخر في المناطق الداخلية يؤدي إلى انخفاض مستوي التصرفات المائية، مما قد يؤدي إلى حدوث مجموعة من التغييرات الجيومورفولوجية في المجري ذاته من أبرزها: تأكل جانبي المجري في العديد من المناطق اضافه الي انخفاض مستويات المياه في مجري فرع دمياط.



شكل (٥/أ) قيم درجات الحرارة العظمي والصغرى بمحطة دمياط الفترة ١٩٨١م-٢٠٢٤م



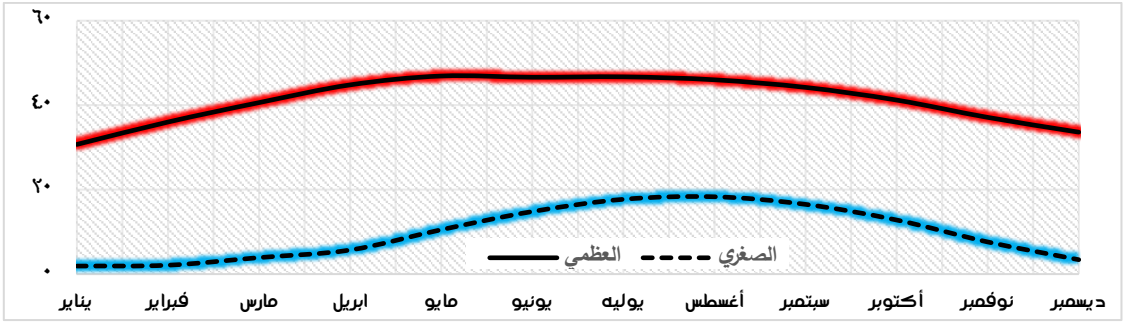
شكل (٥/ب) قيم درجات الحرارة العظمي والصغرى بمحطة بلطيم الفترة ١٩٨١م-٢٠٢٤م

(*) PEx , PEx=16(10T/I)^a = يعتمد حساب التبخر-نتح الممكن الشهري على معادلة ثورنتويت التي تستخدم متوسط درجة الحرارة ومعامل الحرارة السنوي. يُحسب معامل الحرارة من جمع القيم الشهرية الناتجة عن معادلة تعتمد على درجة الحرارة، ويُستخدم لحساب الثابت (a). ثم تُستخدم هذه القيم في معادلة التبخر الأولي (PEx). ولتصحيح القيمة وفقًا لعدد أيام الشهر وساعات سطوع الشمس، تُستخدم معادلة تصحيح تعكس الظروف المناخية الفعلية.

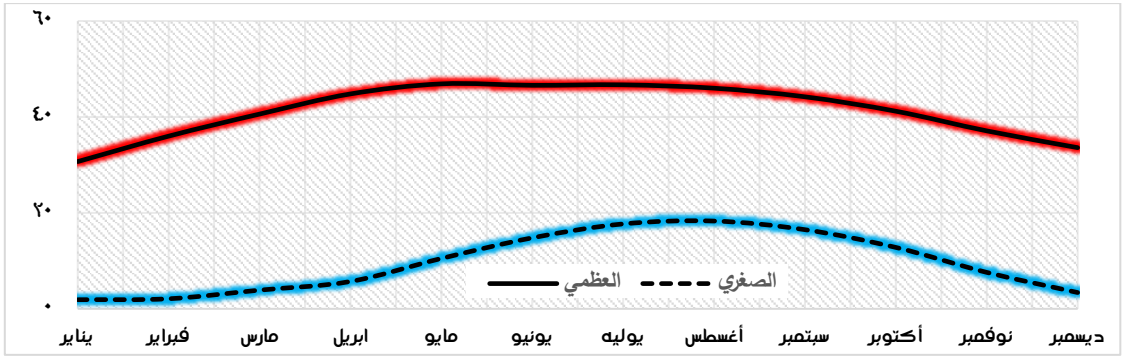
جدول (٣) قيم درجات الحرارة العظمي والصغرى لمحطات منطقة الدراسة الفترة ١٩٨١م – ٢٠٢٤م

الشهر	دمياط		بلطيم		المنصورة		طنطا		قويسنا		زفتي		بنها		القناطر الخيرية	
	ع	ص	ع	ص	ع	ص	ع	ص	ع	ص	ع	ص	ع	ص	ع	ص
يناير	٢٥.٠	٨.١	٢٥.٧	٦.٢	٣٠.٧	١.٩	٣٠.٧	١.٩	٣٠.٧	١.٩	٣٠.٩	١.٠	٣٠.٩	١.٠	٢٩.٧	٠.٩
فبراير	٢٧.٩	٨.١	٣١.١	٧.٦	٣٦.٠	٢.١	٣٦.٠	٢.١	٣٦.٠	٢.١	٣٦.٣	٢.٠	٣٦.٣	٢.٠	٣٤.٨	٠.٤
مارس	٣١.٨	٩.٤	٣٥.٦	٧.٨	٤٠.٦	٣.٩	٤٠.٦	٣.٩	٤٠.٦	٣.٩	٣٩.٩	٣.٤	٣٩.٩	٣.٤	٣٨.٦	٢.٤
ابريل	٣٤.٤	١٠.٨	٣٨.٢	٩.٦	٤٤.٨	٥.٧	٤٤.٨	٥.٧	٤٤.٨	٥.٧	٤٤.٥	٤.٧	٤٤.٥	٤.٧	٤٣.٤	٤.٠
مايو	٤٠.٠	١٤.٨	٣٩.٥	١٣.٩	٤٦.٩	١٠.٥	٤٦.٩	١٠.٥	٤٦.٩	١٠.٥	٤٦.٣	١٠.٥	٤٦.٣	١٠.٥	٤٥.٣	٩.٨
يونيو	٣٦.٨	١٨.٢	٣٩.٢	١٧.٧	٤٦.٦	١٤.٨	٤٦.٦	١٤.٨	٤٦.٦	١٤.٨	٤٧.٤	١٤.٤	٤٧.٤	١٤.٤	٤٦.٦	١٣.٨
يوليه	٣٥.٦	٢١.٦	٣٩.٠	٢٠.٩	٤٦.٧	١٧.٧	٤٦.٧	١٧.٧	٤٦.٧	١٧.٧	٤٦.٨	١٧.٢	٤٦.٨	١٧.٢	٤٥.٤	١٦.٦
أغسطس	٣٦.٦	٢٢.٩	٣٩.٠	٢١.٩	٤٦.٠	١٨.٣	٤٦.٠	١٨.٣	٤٦.٠	١٨.٣	٤٥.٩	١٨.٢	٤٥.٩	١٨.٢	٤٤.٨	١٧.٦
سبتمبر	٣٦.٨	٢١.٥	٣٧.٩	٢٠.٤	٤٤.٢	١٦.٥	٤٤.٢	١٦.٥	٤٤.٢	١٦.٥	٤٤.٠	١٦.٢	٤٤.٠	١٦.٢	٤٢.٧	١٥.٥
أكتوبر	٣٣.٧	١٧.٨	٣٧.٠	١٧.٠	٤١.٢	١٢.٨	٤١.٢	١٢.٨	٤١.٢	١٢.٨	٤١.٤	١١.٩	٤١.٤	١١.٩	٤٠.٨	١٠.٦
نوفمبر	٣٢.٤	١٣.٣	٣٣.٠	١٢.٦	٣٧.١	٧.٦	٣٧.١	٧.٦	٣٧.١	٧.٦	٣٧.٤	٧.٥	٣٧.٤	٧.٥	٣٥.٦	٦.٥
ديسمبر	٢٧.٦	٩.١	٣٠.٠	٨.١	٣٣.٦	٣.٤	٣٣.٦	٣.٤	٣٣.٦	٣.٤	٣٢.٧	٣.٤	٣٢.٧	٣.٤	٣٢.٥	٢.٢
المعدل	٣٣.٢	١٤.٦	٣٥.٤	١٣.٦	٤١.٢	٩.٦	٤١.٢	٩.٦	٤١.٢	٩.٦	٤١.١	٩.٢	٤١.١	٩.٢	٤٠.٠	٨.٤

المصدر: بالاعتماد على بيانات محطات الارصاد الجوية للفترة ما بين ١٩٨١م – ٢٠٢٤م (ع) عظمي، (ص) صغري

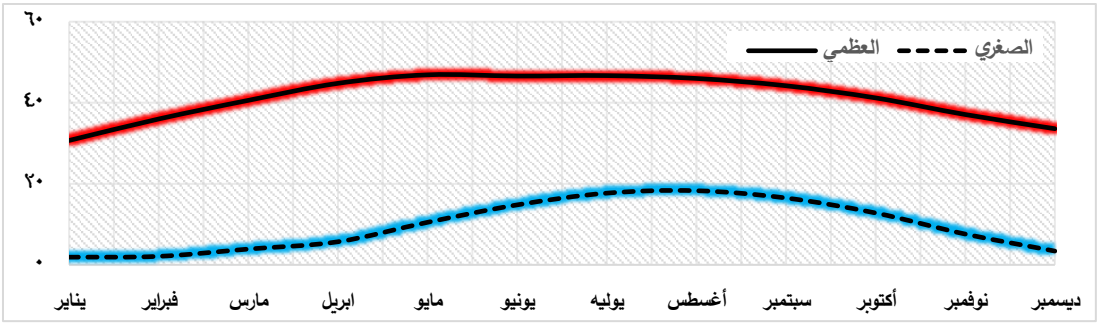


شكل (٥/ج) قيم درجات الحرارة العظمي والصغرى بمحطة المنصورة الفترة ١٩٨١م-٢٠٢٤م



شكل (٥/د) قيم درجات الحرارة العظمي والصغرى بمحطة طنطا الفترة ١٩٨١م-٢٠٢٤م

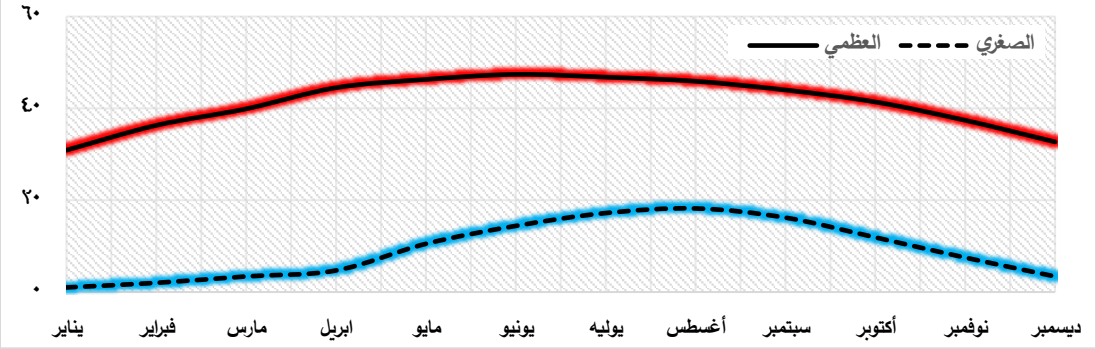
ووفقاً لما سبق يتضح دور التغيرات الحرارية في التأثير على جانبي المجرى المائي من خلال عدة عمليات طبيعية تتفاعل فيما بينها، مما يؤدي إلى تغييرات واضحة في بنية الضفاف واستقرارها، فضلاً عن تأثيرها على النظام البيئي المائي والمناطق المحيطة به، فالارتفاع الكبير في قيم درجات الحرارة، خاصة في فصل الصيف، يؤدي إلى زيادة معدلات التبخر من سطح المياه، مما يسبب انخفاضًا في منسوب المياه داخل المجرى المائي، وبالتالي يؤدي إلى انحسار المياه عن بعض المناطق الجانبية، مما يجعلها أكثر عرضة للجفاف والتآكل.



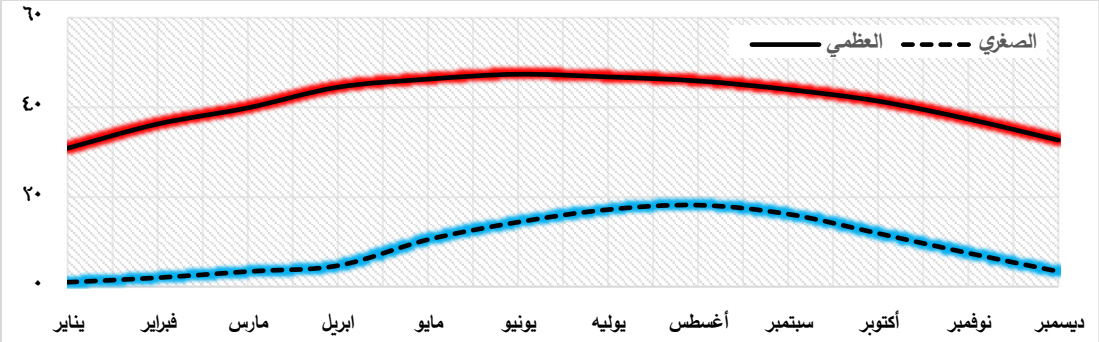
شكل (٥/هـ) قيم درجات الحرارة العظمي والصغرى بمحطة قويسنا الفترة ١٩٨١م-٢٠٢٤م

ومع استمرار هذه العملية، تتعرض الضفاف لتغييرات في بنيتها، حيث يمكن أن تتشقق التربة نتيجة الجفاف والانكماش، مما يقلل من تماسكها ويزيد من احتمالية انهيارها، وخاصة في المناطق التي تعاني من نقص في الغطاء النباتي القادر على تثبيت التربة، كما أن التغيرات الحرارية بين

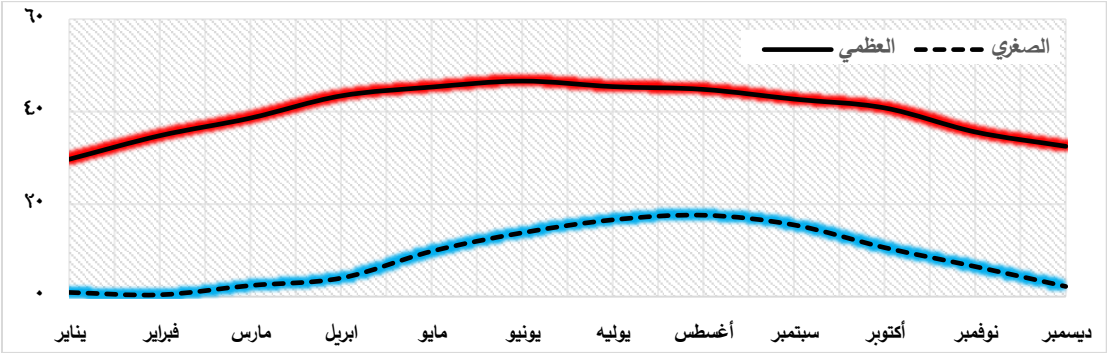
الليل والنهار تؤدي إلى تمدد وانكماش التربة، مما يزيد من هشاشتها بمرور الوقت ويجعلها أكثر عرضة للانجراف خلال مواسم الفيضانات أو عند ارتفاع منسوب المياه بشكل مفاجئ.



شكل (٥/و) قيم درجات الحرارة العظمي والصغرى بمحطة زفتي الفترة ١٩٨١م-٢٠٢٤م



شكل (٥/ز) قيم درجات الحرارة العظمي والصغرى بمحطة بنها الفترة ١٩٨١م-٢٠٢٤م



شكل (٥/ح) قيم درجات الحرارة العظمي والصغرى بمحطة القناطر الفترة ١٩٨١م-٢٠٢٤م

علاوة على ذلك، تؤثر قيم درجات الحرارة المرتفعة على التوازن البيئي داخل المجرى المائي نفسه، حيث يؤدي ارتفاع حرارة المياه إلى انخفاض كمية الأكسجين المذاب، مما قد يسبب اضطرابات في الحياة المائية، مثل اختفاء بعض الكائنات الحية التي تعتمد على نسب معينة من الأكسجين، الأمر الذي يؤثر على النظام البيئي للمجرى بشكل عام. كما أن التغيرات في درجة حرارة المياه قد تؤدي إلى تغيرات في التيارات المائية وأنماط ترسب المواد العالقة، مما قد يسبب تغييرات في شكل الضفاف بفعل تراكم أو إزالة الرواسب.

أما بالنسبة للغطاء النباتي المحيط بالمجرى، فإن ارتفاع درجات الحرارة قد يؤدي إلى ذبول بعض النباتات التي تعتمد على رطوبة التربة، مما يقلل من قدرتها على تثبيت التربة في الضفاف، وبالتالي تزداد احتمالية تعرض الجوانب للتعرية بفعل الرياح والمياه المتدفقة. وفي المقابل، قد تشجع درجات الحرارة المرتفعة نمو أنواع نباتية مقاومة للجفاف، إلا أن هذه النباتات قد لا توفر نفس مستوى الحماية للضفاف كما تفعل النباتات الأصلية.

وفي الفترات التي تشهد ارتفاعًا كبيرًا في درجات الحرارة، قد تحدث أمطار غزيرة نتيجة زيادة التبخر، مما يؤدي إلى تدفقات مائية قوية قد تسبب تآكلًا إضافيًا للضفاف، خاصة في المناطق الداخلية حيث يكون تأثير المناخ القاري أقوى من المناطق الساحلية. وفي حال حدوث الفيضانات المفاجئة، تتعرض الضفاف لضغط هيدروليكي قوي يؤدي إلى انهيار أجزاء منها، وبعد انحسار الفيضانات، قد تترسب طبقات من الطمي على جانبي المجرى، مما قد يغير من طبيعة التربة واستقرارها بمرور الوقت. ومن جانب آخر، تؤدي زيادة درجات الحرارة خلال فصلي الربيع والصيف إلى ارتفاع معدلات التبخر بشكل ملحوظ، مما يسهم في فقدان كميات كبيرة من المياه من المسطحات المائية، الأمر الذي قد يؤدي إلى تقلص عرض المجرى في بعض المناطق، بينما في مناطق أخرى قد تتراكم الرواسب في القاع بفعل انخفاض معدل تدفق المياه، مما قد يتسبب في تغيرات تدريجية في مسار المجرى المائي نفسه.

ب-الرطوبة النسبية:

يتضح من تحليل جدول (٤) وجود تباين ملحوظ في معدلات الرطوبة النسبية بين محطات منطقة الدراسة، حيث سجلت المحطات الساحلية مثل دمياط وبلطيم معدلات رطوبة مرتفعة طوال العام بسبب تأثير البحر المتوسط وعلى النقيض سجلت المحطات الداخلية مثل المنصورة وطنطا وقويسنا معدلات رطوبة منخفضة، خاصة في أشهر الصيف، مما يعكس تأثير الابتعاد عن المسطحات المائية وارتفاع درجات الحرارة. من خلال تحليل شكل (٦) يمكن استنباط النتائج التالية:

- تراوحت قيم الرطوبة النسبية في محطة دمياط بين ٦٥.٨٪ في شهر مارس كأدنى قيمة و ٧٠.١٪ في شهر نوفمبر كأعلى قيمة، بينما في محطة بلطيم تراوحت معدلات الرطوبة النسبية بين ٦٦.٢٪ في شهر يناير و٦٩.٨٪ في شهر نوفمبر. يعود هذا التباين إلى تأثر هذه المحطات بشكل مباشر بموقعها الجغرافي القريب من البحر المتوسط، مما يساهم في الحفاظ على مستويات مرتفعة من الرطوبة طوال العام، خصوصًا في شهور الشتاء والخريف، حيث تساهم الرياح البحرية الرطبة في زيادة معدلات الرطوبة.
- سجلت المحطات الداخلية مثل المنصورة مستويات رطوبة نسبية أقل بكثير من المحطات الساحلية، حيث بلغت ٥٥.٤٪ في شهر مارس و٦٠.٢٪ في شهر ديسمبر. هذا التباين يعكس تأثير الموقع الجغرافي على مستويات الرطوبة النسبية في الجو، حيث تكون المحطات الداخلية عادةً أقل رطوبة نظرًا لابتعادها عن البحر وتعرضها للجفاف النسبي في أشهر الصيف الحارة ،كما سجلت محطتا طنطا وقويسنا مستويات رطوبة تراوحت بين ٥٣.٦٪ في شهر يونيو

و٥٩.٨٪ في شهر يناير، ويعود الانخفاض الملحوظ في شهور الصيف إلى ارتفاع درجات الحرارة في هذه المناطق الداخلية، مما يؤثر بشكل مباشر على معدلات الرطوبة، ويتمحور دور الرطوبة وتأثيره علي المجري فكلما كان الجو متشبع بالرطوبة انخفض مستوي التبخر والعكس صحيح.

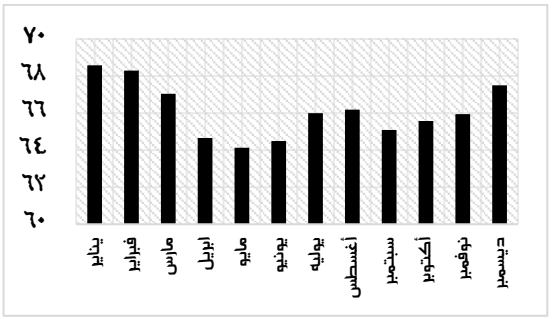
- سجلت محطتا زفتي وبنها معدلات رطوبة نسبية أقل بكثير من المحطات الساحلية، حيث تراوحت بين ٥٢.٣٪ في شهر مايو و٦١.٧٪ في شهر ديسمبر، ويتسبب موقعها الداخلي وارتفاع قيم درجات الحرارة في أشهر الصيف في انخفاض معدلات الرطوبة، في المقابل، تظهر محطة القناطر الخيرية معدلات رطوبة معتدلة نسبيًا مقارنة ببقية المحطات، حيث تتراوح بين ٥٤.١٪ في شهر مايو و٦١.٩٪ في شهر نوفمبر، مما يجعلها أكثر توازنًا بفضل موقعها الوسطي بين المناطق الساحلية والداخلية، وقربها من المجرى مما يمنحها معدلات رطوبة متوسطة طول العام.

جدول (٤) معدلات الرطوبة النسبية لمحطات منطقة الدراسة الفترة ١٩٨١م – ٢٠٢٤م

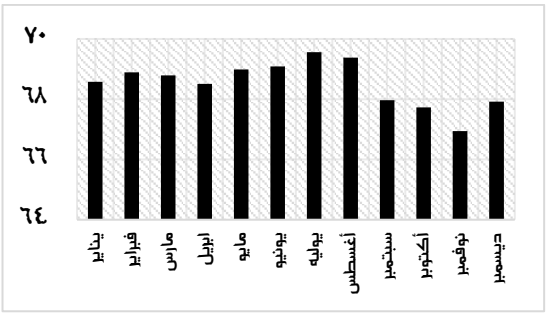
الشهر	دمياط	بلطيم	المنصورة	طنطا	قويسنا	زفتي	بنها	القناطر الخيرية
يناير	٦٨.٥٨	٦٨.٥٨	٦٦.٥٥	٦٦.٥٥	٦٤.٠٩	٦٤.٠٩	٦٤.٠٩	٦٢.٨٢
فبراير	٦٨.٨٩	٦٨.٢٩	٦٣.٧٣	٦٣.٧٣	٦٠.٤٧	٦٠.٤٧	٦٠.٤٧	٥٨.٠٥
مارس	٦٨.٧٩	٦٧.٠٤	٥٩.٥	٥٩.٥	٥٥.٦٤	٥٥.٦٤	٥٥.٦٤	٥٢.٥٣
ابريل	٦٨.٥١	٦٤.٦٦	٥٣.١٣	٥٣.١٣	٤٧.٨٨	٤٧.٨٨	٤٧.٨٨	٤٣.٦١
مايو	٦٨.٩٩	٦٤.١٣	٤٩.٦٧	٤٩.٦٧	٤٣.٦٨	٤٣.٦٨	٤٣.٦٨	٣٩.٢٣
يونيو	٦٩.٠٩	٦٤.٤٩	٤٩.٤٤	٤٩.٤٤	٤٣.٢٩	٤٣.٢٩	٤٣.٢٩	٣٩.١٧
يوليه	٦٩.٥٦	٦٦	٥١.٨٣	٥١.٨٣	٤٥.٧٧	٤٥.٧٧	٤٥.٧٧	٤١.٦٢
أغسطس	٦٩.٣٨	٦٦.١٩	٥٤.٢٥	٥٤.٢٥	٤٨.٤٦	٤٨.٤٦	٤٨.٤٦	٤٤.٣٩
سبتمبر	٦٧.٩٧	٦٥.٠٩	٥٦.٣٩	٥٦.٣٩	٥٢.٢٨	٥٢.٢٨	٥٢.٢٨	٤٩.٥٢
أكتوبر	٦٧.٧٣	٦٥.٥٧	٥٩.٦٩	٥٩.٦٩	٥٧.٠١	٥٧.٠١	٥٧.٠١	٥٥.٤٨
نوفمبر	٦٦.٩٤	٦٥.٩٤	٦٢.٤٧	٦٢.٤٧	٦٠.٥١	٦٠.٥١	٦٠.٥١	٥٩.٣٤
ديسمبر	٦٧.٩٢	٦٧.٥	٦٥.٨٣	٦٥.٨٣	٦٣.٩	٦٣.٩	٦٣.٩	٦٣.١٣

المصدر: بالاعتماد على بيانات محطات الارصاد الجوية للفترة ما بين ١٩٨١م – ٢٠٢٤م.

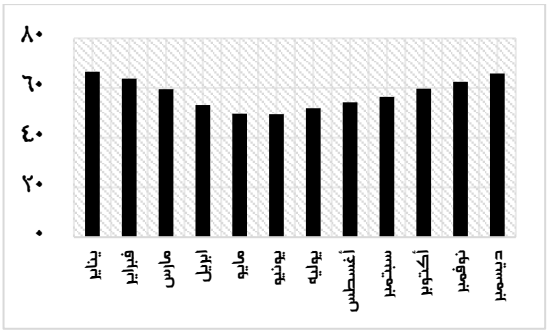
كما تقوم الرطوبة النسبية بدورًا جوهريًا في التأثير على تغيرات جانبي المجرى المائي من خلال علاقتها المباشرة بمعدلات التبخر، واستقرار التربة، ونمو الغطاء النباتي، مما يؤثر بدوره على استقرار الضفاف وتوازن النظام البيئي المحيط بالمجرى، فعندما تكون الرطوبة النسبية مرتفعة، كما هو الحال في المحطات الساحلية مثل دمياط وبلطيم، ينخفض معدل التبخر، مما يساعد في الحفاظ على رطوبة التربة المحيطة بالمجرى المائي، ويحدّ من فقدان المياه في المناطق المجاورة، مما يؤدي إلى استقرار الجوانب الطينية والرملية وضمان بقاء الغطاء النباتي على الضفاف.



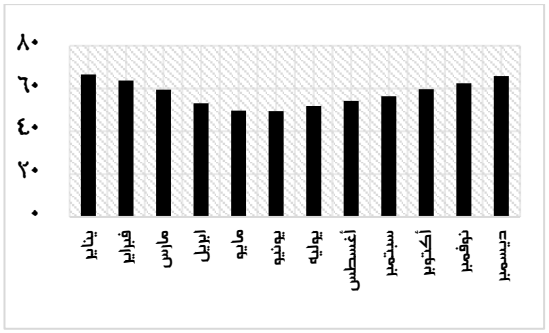
محطة بلطيم



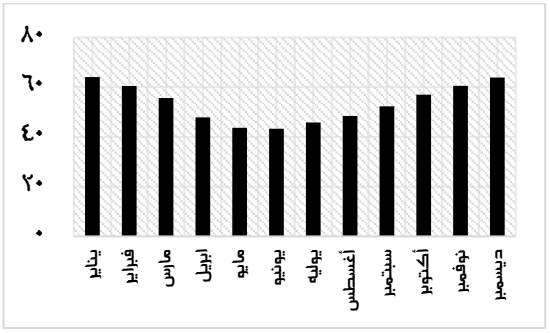
محطة دمياط



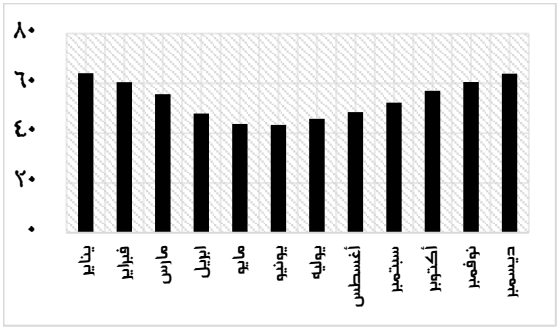
محطة طنطا



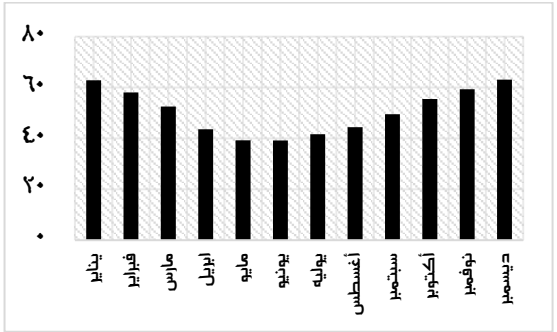
محطة المنصورة



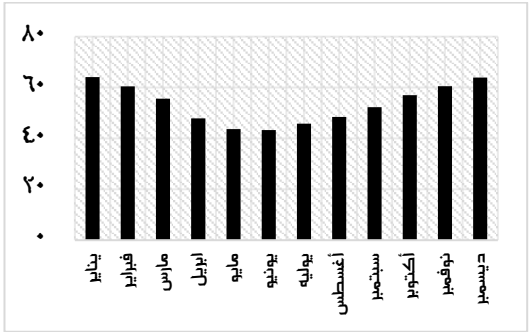
محطة زفتي



محطة قويسنا



محطة القناطر الخيرية



محطة بنها

شكل (٦) مستويات الرطوبة النسبية بمحطات منطقة الدراسة الفترة ١٩٨١م-٢٠٢٤م

أما في المحطات الداخلية مثل المنصورة، طنطا، قويسنا، زفتي، وبنها، حيث تكون الرطوبة النسبية أقل خاصة في أشهر الصيف بسبب ارتفاع درجات الحرارة والبعد عن المسطحات المائية، يؤدي ذلك

إلى زيادة معدلات التبخر وفقدان الرطوبة من التربة، مما يجعلها أكثر عرضة للجفاف والتصدع، ويؤدي إلى تآكل الضفاف وانهيار بعض أجزاء المجرى نتيجة فقدان التماسك بين جزيئات التربة، كما تبرز أهمية الرطوبة النسبية كذلك في تحديد نمط نمو الغطاء النباتي على جانبي المجرى المائي، فالمناطق ذات الرطوبة المرتفعة تتميز بغطاء نباتي أكثر كثافة مما يعزز من تماسك التربة، بينما في المناطق ذات الرطوبة المنخفضة تقل كثافة النباتات، مما يجعل الضفاف أكثر عرضة لعوامل التعرية والتآكل بفعل الرياح والمياه.

كما أن انخفاض الرطوبة النسبية في المحطات الداخلية خلال أشهر الصيف، كما سجل في زفتي وبنها حيث بلغت أدنى مستوياتها ٥٢.٣٪ في شهر مايو، يساهم في فقدان كميات كبيرة من المياه من المجاري المائية بسبب التبخر المتزايد، وهو ما يؤدي إلى انخفاض منسوب المياه وتأثيره على تدفق المياه في بعض المناطق، مما قد يغير من شكل المجاري المائية بمرور الوقت. وعلى الجانب الآخر، تسجل محطة القناطر الخيرية معدلات رطوبة متوسطة تتراوح بين ٥٤.١٪ في مايو و٦١.٩٪ في نوفمبر، مما يمنحها حالة من التوازن بفضل موقعها القريب من المجرى المائي، حيث تظل الرطوبة معتدلة نسبياً طوال العام، مما يقلل من التأثيرات السلبية للتبخر والجفاف، ويعزز استقرار الضفاف. ومن خلال هذه العوامل مجتمعة، يتضح أن الرطوبة النسبية تعد عاملاً حاسماً في التحكم بتغيرات جانبي المجرى المائي، حيث تؤثر بشكل مباشر على استقرار الضفاف، وتوزيع الغطاء النباتي، ومعدلات التبخر، مما يسهم في تحديد طبيعة التغيرات الجيومورفولوجية التي تطرأ على المجاري المائية في مختلف البيئات المناخية.

بناءً على ما سبق، يمكن تفسير انخفاض الرطوبة النسبية في أشهر الصيف في منطقة الدراسة من خلال عدة عوامل بيئية مترابطة، ففي فصل الصيف تنخفض الرطوبة النسبية بسبب قلة الغيوم التي تعمل كحاجز يمنع التبخر الزائد، وعدم حدوث الأمطار التي قد تعوض نقص الرطوبة في الجو، بالإضافة إلى ذلك، تؤدي درجات الحرارة المرتفعة وزيادة سرعة الرياح إلى تسريع عملية التبخر، مما يساهم في ارتفاع الفاقد المائي، بينما يؤثر هذا الانخفاض في الرطوبة النسبية سلباً على الموارد المائية المتاحة، حيث يزيد الضغط على الموارد المائية السطحية التي تستخدم لأغراض الري والشرب وغيرها من الأنشطة، في حين في فصل الشتاء، فإن الرطوبة النسبية ترتفع، مما يؤدي إلى تقليل التبخر وبالتالي انخفاض فاقد المياه، وهذا يساهم في تقليل المتطلبات المائية، وهو ما يعزز القدرة على إدارة الموارد المائية في فترات الشتاء بشكل أفضل، خصوصاً في المناطق التي تعتمد على المياه السطحية.

ج-الرياح:

يتضح من جدول (٥) أن هناك تنوعًا في سرعة الرياح بين محطات منطقة الدراسة، حيث سجلت محطة بلطيم أعلى سرعة رياح حيث بلغت ١٨.٧٧م/ث في شهر فبراير، مما يدل على وجود تيارات هوائية قوية خلال هذه الفترة، وعلى النقيض كانت أقل سرعة رياح مسجلة في محطة القناطر الخيرية، حيث بلغت ٩.٦٨م/ث في شهر أغسطس، مما يشير إلى هدوء الرياح في أشهر الصيف.

وعند مقارنة المحطات نلاحظ أن محطة دمياط تظهر كأحد المحطات النشطة، حيث تراوحت سرعة الرياح بين ١٠.٠٨م/ث في شهر أغسطس و١٨.٧٧م/ث في شهر فبراير، مما يشير إلى نشاط رياحي قوي في الشتاء، وفي الوقت نفسه، ورغم تسجيل محطة بلطيم سرعات مرتفعة، فإنها تشهد تراجعًا في سرعة الرياح خلال أشهر الصيف، وهو ما يختلف عن الوضع في محطات المنصورة وزفتي، التي تسجل سرعات أدنى تتراوح بين ٩.٦٨م/ث و١٤.١٩م/ث، مما يعكس استقرارًا جوياً أكبر في هذه المناطق.

كما يتضح من تحليل شكل (٧) أن الاتجاهات السائدة للرياح في محطات منطقة الدراسة تُظهر أن الرياح تتجه عمومًا نحو الجنوب الغربي ومع ذلك، هناك تباين طفيف في هذه الاتجاهات خلال الفصول ففي أشهر الشتاء مع تزايد سرعة الرياح، تميل الرياح إلى الاتجاه الشمالي الغربي، مما يعكس تأثير الظروف الجوية السائدة، مثل البرودة والضغط الجوي المرتفع في تلك الفترة، أما في فصل الصيف تتراجع سرعة الرياح بشكل ملحوظ، حيث أن الاتجاه العام للرياح يميل نحو الجنوب الغربي، مما يدل على تأثير ارتفاع درجات الحرارة في هذه الفترة، وتعتبر العمليات الجيومورفولوجية الناتجة عن الرياح من العوامل المؤثرة في تشكيل التضاريس، وتأتي في المرتبة الثالثة بعد المياه في الأراضي الجافة وشبه الجافة (Pecsi, 1975, p.151).

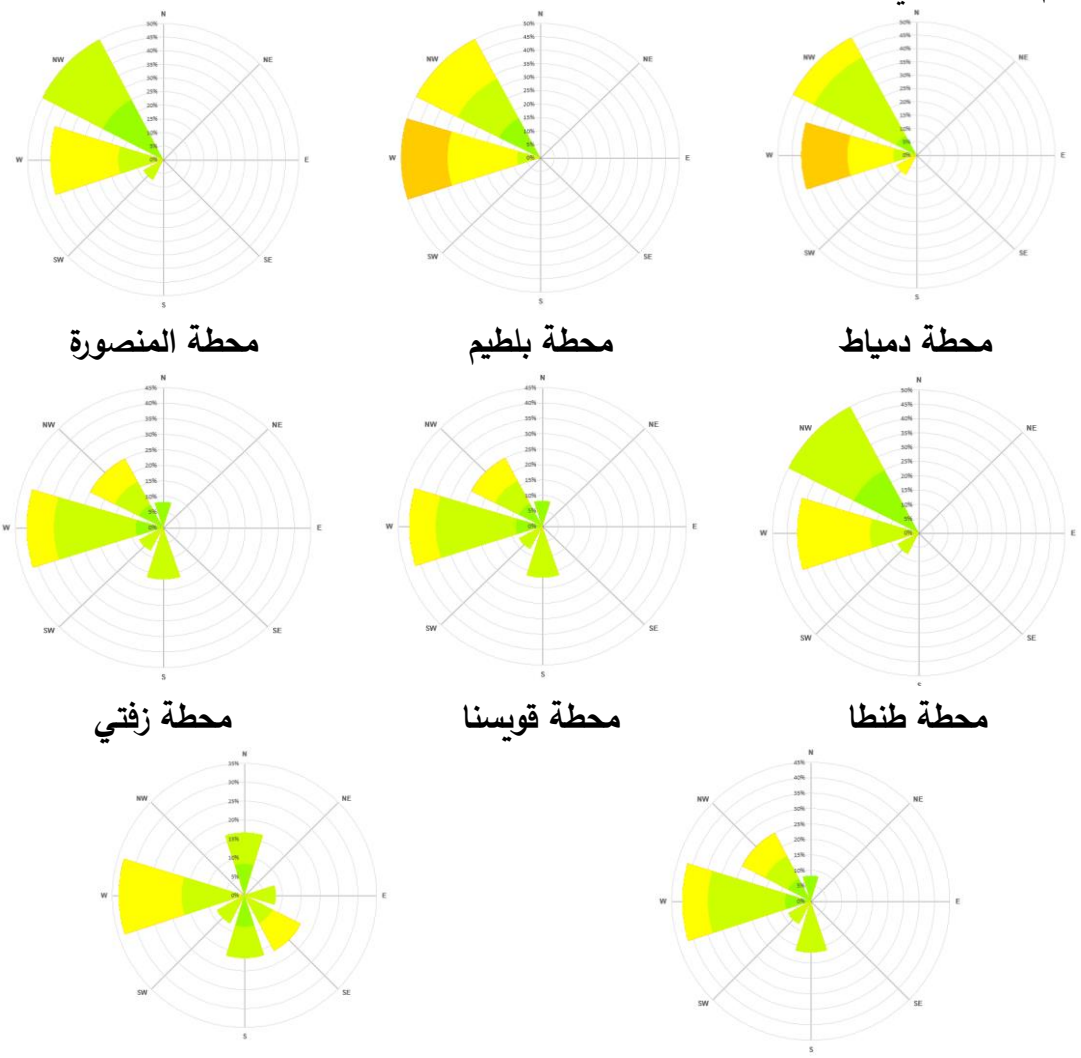
كما ان للرياح دورًا أساسيًا في التغيرات التي تطرأ على جانبي المجرى المائي، حيث تؤثر بشكل مباشر على عمليات التعرية والترسيب، مما يؤدي إلى إعادة تشكيل الضفاف وتغيير خصائص المجرى بمرور الزمن، من خلال تحليل بيانات سرعة الرياح في منطقة الدراسة، يتضح أن هناك تفاوتًا واضحًا في تأثير الرياح بين المحطات المختلفة، حيث سجلت محطة بلطيم أعلى سرعة رياح، مما يعزز عمليات التعرية على جانبي المجرى، خاصة في الفصول التي تنشط فيها الرياح الشمالية الغربية خلال الشتاء، حيث تزداد قوة تدفق المياه المصاحبة للرياح، مما يزيد من معدلات النحت على أحد جانبي المجرى مع ترسيب المواد المنقولة على الجانب الآخر.

جدول (٥) معدلات سرعة الرياح متر/ثانية واتجاهاتها في محطات منطقة الدراسة الفترة (١٩٨١ – ٢٠٢٤م).

الشهر	دمياط		بلطيم		المنصورة		طنطا		قويسنا		زفتي		بنها		القناطر الخيرية	
	سرعة	اتجاه	سرعة	اتجاه	سرعة	اتجاه	سرعة	اتجاه	سرعة	اتجاه	سرعة	اتجاه	سرعة	اتجاه	سرعة	اتجاه
يناير	١٧.٢١	٢٨٦.٠١	١٨.٠٥	٢٨٥.٨٤	١٤.١٩	٢٨٣.٨	١٤.١٩	٢٨٣.٨	١٣.٥٦	٢٨١.٨٢	١٣.٥٦	٢٨١.٨٢	١٣.٥٦	٢٨١.٨٢	١٣.١٧	٢٧٨.١١
فبراير	١٨.٧٧	٢٨٩.١٦	١٨.٦٣	٢٨٧.٨٤	١٥.٨٧	٢٨٦.٧٩	١٥.٨٧	٢٨٦.٧٩	١٥.٩٨	٢٧٦.٢٣	١٥.٩٨	٢٧٦.٢٣	١٥.٩٨	٢٧٦.٢٣	١٤.٩١	٢٦٥.٥٤
مارس	١٦.٠٨	٣٠٩.٢	١٦.٣١	٣٠٦.٩٨	١٣.٧٧	٣٠٩.٩١	١٣.٧٧	٣٠٩.٩١	١٤.٢٦	٢٩٦.٠٢	١٤.٢٦	٢٩٦.٠٢	١٤.٢٦	٢٩٦.٠٢	١٥.١٥	٢٦٣.٨١
ابريل	١٤.٢٧	٢٧٦.٩٢	١٥.٥٢	٢٩١.١٦	١٣.٨٤	٢٧٠.٠٢	١٣.٨٤	٢٧٠.٠٢	١٣.٠٢	١٨١.٣٨	١٣.٠٢	١٨١.٣٨	١٣.٠٢	١٨١.٣٨	١٣.٨٤	١٣١.٠٥
مايو	١٣.٢٧	٣٢٨.١٢	١٤.٤٢	٣٣٢.٦٦	١٣.٤٣	٣٠٥.١١	١٣.٤٣	٣٠٥.١١	١٣.١٨	٢٧٧.٠١	١٣.١٨	٢٧٧.٠١	١٣.١٨	٢٧٧.٠١	١٣.٢٨	١٣١.٨٣
يونيو	١٣.٠٣	٣٣١.٤٩	١٣.٣٩	٣٢٨.٢٥	١١.٨٨	٣٣٠.٠٤	١١.٨٨	٣٣٠.٠٤	١٢.١٢	٣٣٧.١٧	١٢.١٢	٣٣٧.١٧	١٢.١٢	٣٣٧.١٧	١٢.١٧	٢٥٢.٥
يوليه	١١.٠٦	٣٢٠.٠١	١١.٠٩	٣١٧.٩١	١٠.٠٧	٣٢٧.٥	١٠.٠٧	٣٢٧.٥	١٠.٢١	٣٣٣.٥	١٠.٢١	٣٣٣.٥	١٠.٢١	٣٣٣.٥	١٠.٧٣	٣٤٣.١٤
أغسطس	١٠.٠٨	٣٢٤.٤٥	١٠.٢٥	٣٢١.٩٥	٩.٦٨	٣٣١.٤٨	٩.٦٨	٣٣١.٤٨	١٠.٠٤	٣٣٨.٤٤	١٠.٠٤	٣٣٨.٤٤	١٠.٠٤	٣٣٨.٤٤	١٠.٢	٣٣٩.٨٢
سبتمبر	١١.٠١	٣٢٢.٠٦	١٠.٦٦	٣١٩.٧٧	٩.٦٩	٣٢٧.٧٤	٩.٦٩	٣٢٧.٧٤	٩.٤٥	٢٧٥.٣٢	٩.٤٥	٢٧٥.٣٢	٩.٤٥	٢٧٥.٣٢	٩.٩٨	١٦٥.١٤
أكتوبر	١٣.٠٥	٢٥٥.٢٢	١٣.٢٥	٢٨٧.٢	١١.٥٥	٢٤٩.٤٤	١١.٥٥	٢٤٩.٤٤	١١.١٥	١٧٨.٣٣	١١.١٥	١٧٨.٣٣	١١.١٥	١٧٨.٣٣	١٠.٧٧	١١٠.٢٥
نوفمبر	١٤.٦٣	٢٣٣.٩١	١٤.٤٨	٢٤٨.٨	١١.٦٨	٢٤١.٩٩	١١.٦٨	٢٤١.٩٩	١١.١١	٢١٠.٧٣	١١.١١	٢١٠.٧٣	١١.١١	٢١٠.٧٣	١١.٥٨	١٦٨.٨٩
ديسمبر	١٦.٤٣	٢٥٩.٥	١٦.٤٧	٢٥٨.٢٥	١٣.٢١	٢٦٥.٤٩	١٣.٢١	٢٦٥.٤٩	١٢.٨٤	٢٦٤.٧١	١٢.٨٤	٢٦٤.٧١	١٢.٨٤	٢٦٤.٧١	١٣.٤	٢٣٢.١٩

المصدر: بالاعتماد على بيانات محطات الارصاد الجوية للفترة ما بين ١٩٨١م – ٢٠٢٤م (ع) عظمي، (ص) صغري

بينما على النقيض، في محطات داخلية مثل المنصورة وزفتي، حيث تكون سرعة الرياح أقل، تكون عمليات التعرية أقل حدة، ما يؤدي إلى استقرار نسبي في المجرى مقارنة بالمناطق الساحلية. في فصل الصيف، ومع انخفاض سرعة الرياح، تقل معدلات التعرية الهوائية، إلا أن ارتفاع درجات الحرارة وزيادة التبخر يؤديان إلى نقص في منسوب المياه، مما قد يعزز ظهور الضفاف الرملية وتراكم الرواسب في مناطق معينة.



شكل (٧) سرعة الرياح واتجاهها بمحطات منطقة الدراسة الفترة ١٩٨١م-٢٠٢٤م

بالإضافة إلى ذلك، يؤثر اتجاه الرياح بشكل مباشر على أنماط تدفق المياه داخل المجرى، حيث تسهم الرياح القادمة من الشمال الغربي في توجيه التيارات المائية بشكل معين، مما قد يسبب انحرافًا في بعض أجزاء المجرى، بينما تعمل الرياح الجنوبية الغربية في فصل الصيف على تقليل تدفق المياه، مما قد يؤدي إلى ركودها في بعض المناطق الضحلة. كما أن الرياح تلعب دورًا في توزيع

الرواسب المنقولة عبر المياه، إذ تؤدي الرياح القوية إلى تحريك الرواسب الدقيقة وإعادة توزيعها على طول المجرى.

كما يُظهر تحليل تأثير الرياح أن المناطق القريبة من البحر، مثل دمياط وبلطيم، أكثر عرضة للتغيرات الجيومورفولوجية الناتجة عن الرياح مقارنة بالمناطق الداخلية، حيث تسهم الرياح القوية في تعزيز عمليات النحت والترسيب، مما يؤدي إلى تغير مستمر في شكل الضفاف. في المقابل، في المناطق الداخلية مثل القناطر الخيرية، حيث تقل سرعة الرياح، يكون تأثير الرياح على المجرى أقل وضوحًا، وتظل العوامل الأخرى، مثل التدفق المائي وكمية الأمطار، هي المحدد الرئيسي لتغير شكل المجرى.

وعليه تعد الرياح السطحية عنصراً أساسياً في عملية التبادل الحراري ولها تأثير كبير على العمليات الطبيعية مثل التبخر والنتح، فضلاً عن دورها في نقل السحب وسقوط الأمطار، وتختلف سرعة واتجاه الرياح حسب الموقع والفصل، ويرتبط ذلك بتغيرات الضغط الجوي وقوة دوران الأرض، كما تكمن أهمية الرياح في هذه الدراسة في دورها الحيوي في تنشيط عملية البخر، مما يؤثر على حجم الفاقد المائي في فرع دمياط.

د- الاشعاع الشمسي:

يُظهر تحليل المعدل الشهري للإشعاع الشمسي في مدن محطات منطقة الدراسة تبايُناً واضحاً في قيم الإشعاع على مدار العام حيث يتضح من تحليل جدول (٦) وجود تباين في قدرة كل منطقة على استقبال الإشعاع الشمسي، والذي يؤثر بشكل مباشر على إمكانيات الطاقة الشمسية في تلك المناطق وذلك في الأشهر الأكثر دفئًا بفصل الصيف حيث تصل القيم إلى ذروتها، حيث تسجل معظم المناطق معدلات تتراوح بين ٦.٦ و٧.١ وات/م^{٢}، وحيث تعد الطاقة الشمسية المصدر الرئيس للطاقة اللازمة لرفع درجة الحرارة ومن ثم تبخر المياه وزيادة تحول المياه إلى الحالة الغازية وانتقالها إلى الغلاف الجوي، مما يرفع من معدلات الفاقد المائي، وعلي العكس من ذلك كما يتضح أن الأشهر الأقل إشعاعًا هي شهور فصل الشتاء وهو شهر يناير، حيث تنخفض القيم إلى نحو ٣.٦ وات/م^{٢}.

كما يؤثر الإشعاع الشمسي بشكل كبير على التغيرات التي تطرأ على جانبي المجرى المائي، حيث يعد المحرك الرئيسي لعمليات التبخر ورفع درجات الحرارة، مما يؤدي إلى تباين واضح في معدلات الفاقد المائي بين الفصول المختلفة. ففي أشهر الصيف، حيث تسجل محطات منطقة الدراسة معدلات إشعاع شمسي مرتفعة تتراوح بين ٦.٦ و٧.١ وات/م^{٢}، يزداد معدل التبخر نتيجة ارتفاع درجات الحرارة، مما يؤدي إلى تقليل كميات المياه المتدفقة داخل المجرى، وبالتالي قد تنخفض مستويات المياه، خاصة في المناطق الضحلة أو التي تعاني من معدلات تدفق منخفضة، مما يؤثر على استقرار جانبي المجرى ويزيد من فرص التعرية والانهيارات في بعض المناطق.

جدول (٦) المعدل الشهري للإشعاع الشمسي (وات/م^{٢}) لمحطات الدراسة ١٩٨١م – ٢٠٢٤م

الشهر	دمياط	بلطيم	المنصورة	طنطا	قويسنا	زفتي	بنها	القناطر الخيرية
يناير	٣.٨	٣.٩	٣.٧	٣.٦	٣.٧	٣.٨	٣.٨	٣.٩
فبراير	٤.٢	٤.٣	٤.١	٤	٤.١	٤.٢	٤.٢	٤.٣
مارس	٥	٥.١	٤.٩	٤.٨	٤.٩	٥	٥	٥.١
ابريل	٥.٨	٥.٩	٥.٧	٥.٦	٥.٧	٥.٨	٥.٨	٥.٩
مايو	٦.٥	٦.٧	٦.٤	٦.٣	٦.٤	٦.٥	٦.٥	٦.٦
يونيو	٦.٨	٧	٦.٧	٦.٦	٦.٧	٦.٨	٦.٨	٦.٩
يوليه	٧	٧.٢	٦.٩	٦.٨	٦.٩	٧	٧	٧.١
أغسطس	٦.٩	٧.١	٦.٨	٦.٧	٦.٨	٦.٩	٦.٩	٧
سبتمبر	٦.٣	٦.٥	٦.٢	٦.١	٦.٢	٦.٣	٦.٣	٦.٤
أكتوبر	٥.٥	٥.٧	٥.٤	٥.٣	٥.٤	٥.٥	٥.٥	٥.٦
نوفمبر	٤.٥	٤.٦	٤.٤	٤.٣	٤.٤	٤.٥	٤.٥	٤.٦
ديسمبر	٣.٩	٤	٣.٨	٣.٧	٣.٨	٣.٩	٣.٩	٤

المصدر: بالاعتماد على بيانات محطات الارصاد الجوية للفترة ما بين ١٩٨١م – ٢٠٢٤م.

على العكس، خلال أشهر الشتاء، حيث تسجل المحطات أدنى معدلات إشعاع شمسي تصل إلى ٣.٦ وات/م^{٢}، تنخفض معدلات التبخر نتيجة لانخفاض درجات الحرارة، مما يؤدي إلى احتفاظ المجرى المائي بكميات أكبر من المياه، ويساهم ذلك في تقليل تعرية الضفاف، حيث يكون تأثير الفاقد المائي محدودًا، وتظل مستويات المياه أكثر استقرارًا، كما أن قلة الإشعاع الشمسي تساهم في استدامة الرطوبة على جانبي المجرى، مما يساعد في الحفاظ على الغطاء النباتي الذي يحد من عمليات التعرية والانجراف.

بذلك، يؤثر الإشعاع الشمسي في ديناميكية المجرى المائي، حيث يؤدي ارتفاعه في الصيف إلى زيادة الفاقد المائي وتعريض الضفاف لعوامل التعرية، في حين يسهم انخفاضه في الشتاء في تقليل التبخر وتعزيز استقرار الضفاف، مما يجعل تأثيره عاملاً رئيسيًا في تحديد شكل وتغيرات جانبي المجرى المائي على مدار العام.

٤) عوامل تعرج المجري:

تُعد المجاري المائية النهرية أنظمة بيئية شديدة الحساسية والتعقيد تجاه التغيرات التي تطرأ عليها، ويعود تعقيد هذه الأنظمة إلى تعدد متغيراتها وتفاعلها عبر الزمن والمكان، فهي تشمل عوامل وعمليات جيومورفولوجية تجعل المجري المائي يستمر في تعديل شكله ومساره بناءً على ما يُعرف بـ"نظام الاستجابة العملية او ما يطلق عليها (Process Response) وفق كتابات (Richard et al., 1985, P:279)، حيث تتحول حركة المياه من الانسيابية إلى المضطربة، ويتغير انحدار قاع النهر

وخشونته، إضافة إلى تغيّرات في حمولة النهر والغطاء النباتي وخصائص المجرى النهري (Leopold & Wolman, 1957, P:39)، وبالاعتماد علي معادلة (Brice,1964) لحساب معدل التعرج:

معدل التعرج = (المسافة الفعلية / المسافة المستقيمة).

جدير بالذكر ان قيمة المعدل إذا كانت اقل من ١.٠٥ كان المجري **مستقيماً** في حين انه إذا تراوحت قيمته بين ١.٠٥ الي ١.٥ كان المجري **متعرجاً** وإذا زادت قيمته عن ١.٥ كان المجري **متثني**، ومن خلال تطبيق المعادلة السابقة والنتائج بجدول (٧) حيث تم تقسيم المجري من بدايته الي نهايته عند المصب الي أربع قطاعات وفقاً لارتفاع منسوب سطح المجري بشكل تقريبي كما سبق وان تمت الإشارة اليه حيث بلغ معدل انحدار القطاع الأول نحو ٠.٦٢١م/كم وهنا يعد معدل الانحدار متوسط نسبيًا، ما يعني أن المياه في هذا الجزء من المجرى لديها سرعة تدفق معتدلة، تسمح بتوازن بين حركة النقل والرسوبيات. الانحدار ليس حادًا جدًا، ما يقلل من احتمالية حدوث انحدارات شديدة أو فيضانات مفاجئة، لكنه يوفر قوة كافية لنقل الرواسب الخشنة بينما بلغ معدل انحدار القطاع الثاني نحو ٠.٨٥٥م/كم ويعد هذا القطاع الأعلى انحدارًا بين الأربع قطاعات، مما يشير إلى أن المجرى هنا أكثر انحدارًا ويمتاز بسرعة تدفق مائية أكبر يؤدي هذا إلى قدرة أعلى على نقل الرواسب ويزيد من احتمالية التعرية الجانبية والعمودية في هذا القطاع. قد يكون هذا القطاع هو منطقة نشطة جيومورفولوجيًا، حيث تتشكل الممرات النهرية بشكل مستمر.

بينما القطاع الثالث ٠.٢٠٦م/كم يعد معل الانحدار به منخفض جدًا، مما يدل على أن هذا القطاع قريب من مناطق الاستقرار الطبوغرافي. بطء تدفق المياه هنا يساهم في ترسيب الرواسب الدقيقة مثل الطمي والرواسب العضوية، ما يؤدي إلى توسع في المناطق الرطبة وتكوين أراضٍ خصبة، واخيراً القطاع الرابع ٠.٢٢٤م/كم وهو يعد انحدار منخفض نسبيًا وقريب من القطاع الثالث، وهذا يعكس طبيعة القطاع القريبة من المصب، حيث يقل ارتفاع السطح بشكل كبير، وينخفض تدفق المياه بسرعة. يعزز هذا الانحدار المنخفض من ترسيب الرواسب الدقيقة، ويساهم في بناء دلتا نهري وتكوين أراضٍ جديدة، كما يمكن ملاحظة أن القطاع الأول يقع في بداية مجرى فرع دمياط من عند مدينة القناطر الخيرية، ويعتبر هذا أكثر القطاعات ميلاً للتعرج، حيث بلغت قيمة معامل التعرج فيه ١.٧. يليه القطاع الرابع في نهاية المجري عند المصب في رأس البر، حيث بلغت قيمة معامل التعرج فيه ١.٥، ويمكن عرض أسباب تعرج المجري النهري على النحو التالي:

جدول (٧) معدل التعرج لمجري فرع دمياط في قطاعات منطقة الدراسة

القطاع	الطول الفعلي/كم	الطول المستقيم/كم	معدل التعرج	التصنيف
القطاع الأول	٧٤.٠٢	٤٤.٣	١.٧	مجري متثني
القطاع الثاني	٦٢.٠٥	٤٨.٥	١.٣	مجري متعرج
القطاع الثالث	٤٤.٧	٣٦	١.٢	مجري متعرج
القطاع الرابع	٦٢.٦	٤١.٩	١.٥	مجري متعرج
الإجمالي	**٢٤٣.٥**	**١٧٠.٦**	**١.٤**	**مجري متعرج**

المصدر: بالاعتماد على نتائج تحليل صورة القمر الصناعي **Sentinel-2** بدقة وضوح ١٠متر.

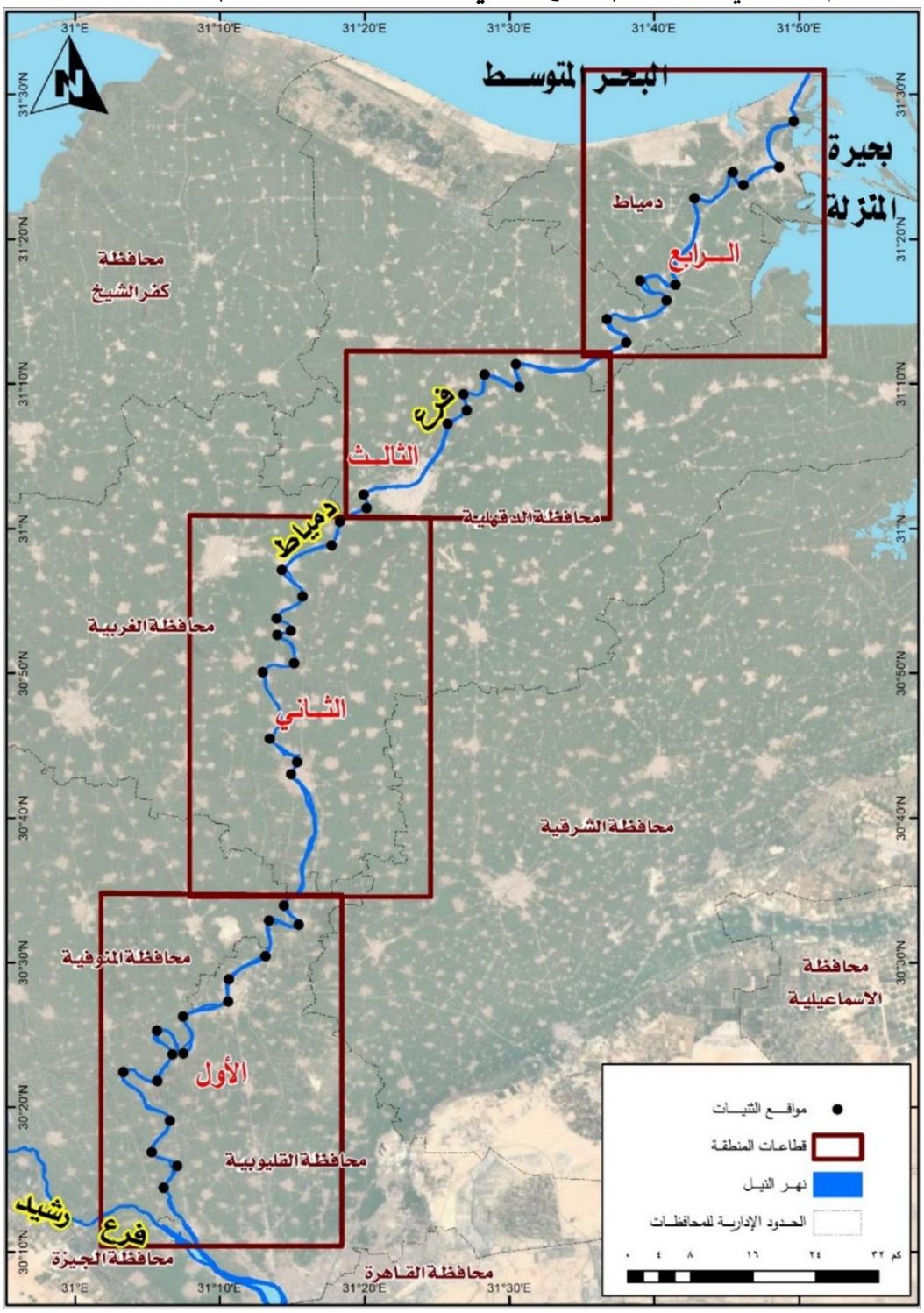
أ- تغير طاقة المجري:

أكد **(محمد صبري محسوب، ١٩٩٧م)** على ان هناك علاقة طردية بين تصريف المجري وطاقته بما يؤثر على قدرته على النحت وحمل المفتتات، كما يساهم في تغير طاقة المجري وقوي المقاومة الناتجة عن احتكاك المياه الجارية بالقطاع العرضي للمجري مما يضعف من طاقة الجريان المائي بالإضافة الي النباتات ولاسيما مع كثرة تعرجات فرع دمياط وكثرة المنحنيات أو الانثناءات (Jansen & Others , 2006 , P:10) التي بلغ عددها (٤٦) منحني شكل (٨).

تعد الثنيات النهرية من السمات المميزة للأنهار، وتتناسب أبعادها مع حجم النهر، فكلما كان النهر أكبر، كانت الثنيات أكبر، وتسبب الحفر والحواجز في قاع النهر عدم التوازن، مما يدفع التيار للانحراف ويحفز تكوين المنحنيات النهرية التي تصبح أكثر انحناءً مع مرور الزمن **(السيد السيد الحسيني، ١٩٩١، ص١٨)**، وتعتبر انحناءات المجاري المائية بشكل عام احد السمات المميزة للمجاري المائية فقد جاء القطاع الأول بعدد انحناءات بلغ اجمالي عددها ١٦ موقعاً يليه القطاع الثاني بعدد ١٢ موقعاً ثم القطاع الرابع بعدد مواقع بلغ ١٠ مواقع فقط، كما يلاحظ ان أعماق مجري فرع دمياط تتفاوت من مكان الي اخر، كما سجل أكبر عمق للمجري في القطاع الأول بالقرب من مدينة دمياط حيث بلغ عمق المجري -٢٠م، بينما بلغ أدني عمق للمجري نحو -٠.٥م، وعليه فان الفارق بين كلا المنسوبين يبلغ -١٩.٥م، كما يتضح مدي تأثير طبوغرافية قاع المجري علي سرعة حركة التيار المائي ومدي فاعلية اعمال النحت في الجانب الشرقي للمجري علي حساب الجانب الغربي.

كما يلاحظ أن الثنيات النهرية في منطقة الدراسة تنمو ببطء، بسبب النحت في الضفاف باستمرار، وهي تتأثر ببعض العوامل منها : مدي اتساع السهل الفيضي، وعرض المجري، وانحدار قاع المجري، ووجود الجزر، وتغير خطوط الضفاف حسب التدفق المائي وكمية الرواسب(Ismail,m.,1994, p.p12:13) ، حيث تصل سرعة المياه في المجري المستقيم إلي

أقصي معدل لها في الجزء الأوسط، أما في منطقة المنعطف فإن السرعة تصل إلي ذروتها في منتصف بطن الانحناء المتجه إلي المصب، أما علي الجانب المحدب فإن المياه تبدو أقل سرعة بكثير ومن ثم تميل إلي الإرساب **(ممدوح تهامي عقل،١٩٩٢، ص١٤٤)**.



المصدر: بالاعتماد على صورة القمر الصناعي **Sentinel-2** بدقة وضوح ١٠متر.

شكل (٨) معدل التعرج ومواقع الثنيات على مستوي قطاعات منطقة الدراسة

ب-التفاعل بين التيار المائي والمجري النهري:

يعد التفاعل بين التيار والمجري المائي علاقة ديناميكية تتشكل من خلال حركة المياه داخل المجري وتؤثر علي شكل ومسار المجري حيث يتأثر التيار بعوامل مثل سرعة الجريان وحجم الماه الجارية بينما المجري هو القناه او المسار الذي تتدفق فيه المياه، ويتضمن هذا التفاعل قيام التيار المائي حال سرعته بزيادة معدلات التأكل من جانبي النهر وقاعه مما يؤدي الي تغير شكله مع مرور الوقت، او يؤدي الي ترسيب حمولته من الرواسب المفتتات عندما تقل سرعة التيار وفي الحالتين يحدث تغيير لمسار المجري المائي سواء بحفر مجري جديد او توسعه المجري الحالي (Zhou et al, 2022, P:41).

وحيث تعد سرعة التيار المائي أحد العوامل الرئيسية المسئولة عن النحت على القاع، حيث تتوقف درجة النحت والترسيب على قاع المجرى على سرعة التيار المائي، كما أن سرعة التيار المائي تعتمد على عدة عوامل منها كمية التصرف وانحدار سطح القاع وعمق المجرى وخشونة القاع، فكلما زاد عمق المجرى وانحدار سطح القاع ازدادت سرعة الجريان المائي التيار المائي، إلا أن خشونة قاع المجرى تعمل على خفض السرعة من خلال ما تسببه من مقاومة سطحية **(حسن سلامة، ٢٠٠٤م، ص ٢١٨)**.

ويتوقف حجم حمولة النهر على كمية مياهه وعلى سرعتها ودرجة انحدار المجرى، فكلما زادت كميه المياه بالمجرى زادت سرعة الجريان المائي جدول (٨)، وبناء على ذلك يكبر حجم الحمولة النهرية المنقولة والعكس صحيح، ففي أثناء فترات الفيضانات حيث تزداد كفاءة النهر وطاقته على الحمل فتزيد حجم الحمولة النهرية، وقد تأكد من وجود علاقة متبادلة بين سرعة الماء ومدى تأثيرها على نوع الحمولة النهرية، وخلص إلى انه مع زيادة سرعة التيار المائي يزداد مقدرته على تحريك وحمل واكتساح الحمولة النهرية **(نصر الدين سالم، ١٩٩٣م، ص:٢٦)**.

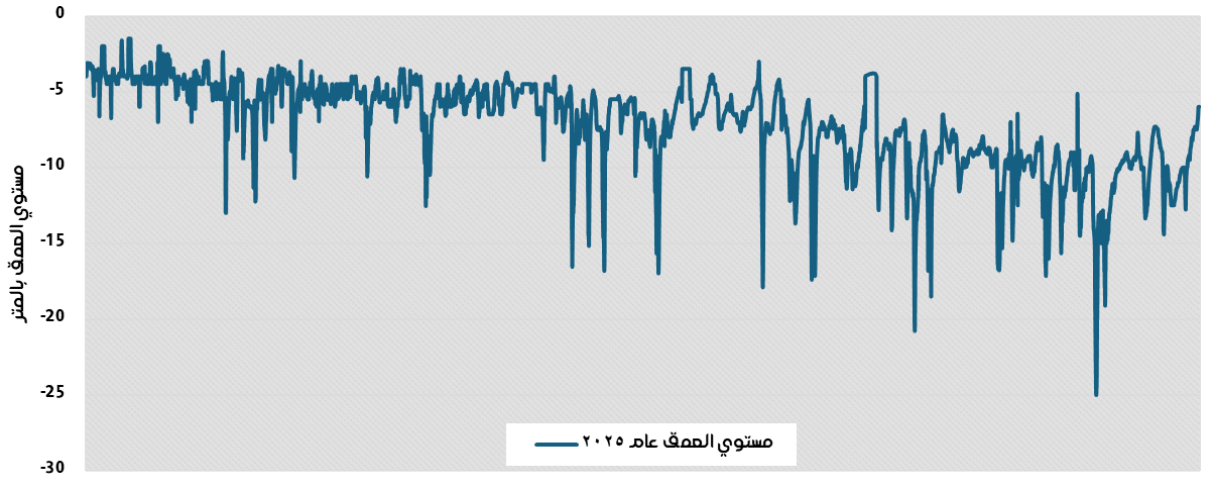
وبناء علي ما سبق فإن نشاط النحت على قاع المجرى ودرجته تتحدد من خلال عاملين هما قوة النحت Erosion Force وتتحدد من خلال كتلة المياه المنصرفة إلى المجرى المائي وعمق المجرى والانحدار العام لقاع المجرى، بينما سرعة النحت Erosion Velocity وهي السرعة الحرجة للمياه والتي تبدأ عندها رواسب القاع ذات أحجام معينة بالتحرك والانتقال من أماكنها، حيث لوحظ أن سرعة التيار المائي اللازمة لجرف الرواسب الرملية الموجودة بالقاع أدنى بكثير من تلك اللازمة لجرف الغرين أو الطين، وأن سرعة النحت على القاع ترتفع مع تزايد حجم الرواسب ذات الأحجام التي تفوق نصف مليمتر، أما رواسب القاع التي تقل أحجامها عن ذلك فإن سرعة التيار المائي اللازمة لنحت القاع لابد وأن تتزايد مع تناقص أحجام تلك الرواسب، حيث يتسم مجرى فرع دمياط

بتباين ملحوظ في سرعة التيارات المائية، وهو تباين يظهر عبر تحليل القطاع الطولي شكل (٩) لمجري فرع دمياط.

جدول (٨) العلاقة بين سرعة التيار المائي ومقدرة المجري المائي على الحمل والاكتساح

سرعة المياه (م/ث)	التأثير
٠.١٧٠	يبدأ عمل المياه في الطمي الناعم
٠.٣٤٠	يبدأ عمل المياه في رفع الرمل الناعم
٠.٤٥٤٥	يبدأ عمل المياه في رفع الرمل الخشن
٠.٦٨١٩	يبدأ عمل المياه في اكتساح الحصى الناعم
١.٣٦٣٨	يبدأ عمل المياه في دحرجة الحصى الناعم
٢.٠٠٤٥	يبدأ عمل المياه في اكتسح الاحجار ذات الزوايا

المصدر: **Dury , 1970 , p.24**



المصدر: بالاعتماد على صور الاقمار الصناعية **Rapid Eye** بدقة وضوح ٣ متر.

شكل (٩) تذبذب مناسيب الاعماق للقطاع الطولي بمجري فرع دمياط عام ٢٠٢٥م

٥) خصائص تربة رواسب جانبي فرع دمياط:

تُعد تربة الوادي والدلتا بشكل عام تربة منقولة تكونت عبر العصور بفضل نهر النيل، الذي ساهم في تكوينها من خلال عمليات الترسيب المستمرة للطمي التي يجلبها من منابعه، بالإضافة إلى ذلك، نجد التربة الرملية التي تشكلت بفعل الأمواج وطغيان البحر المستمر على المنطقة في عصور مضت، مما ساهم في تكوين هذه التربة، وفيما يلي عرض للخصائص الميكانيكية والكيميائية لعينات الدراسة الميدانية:

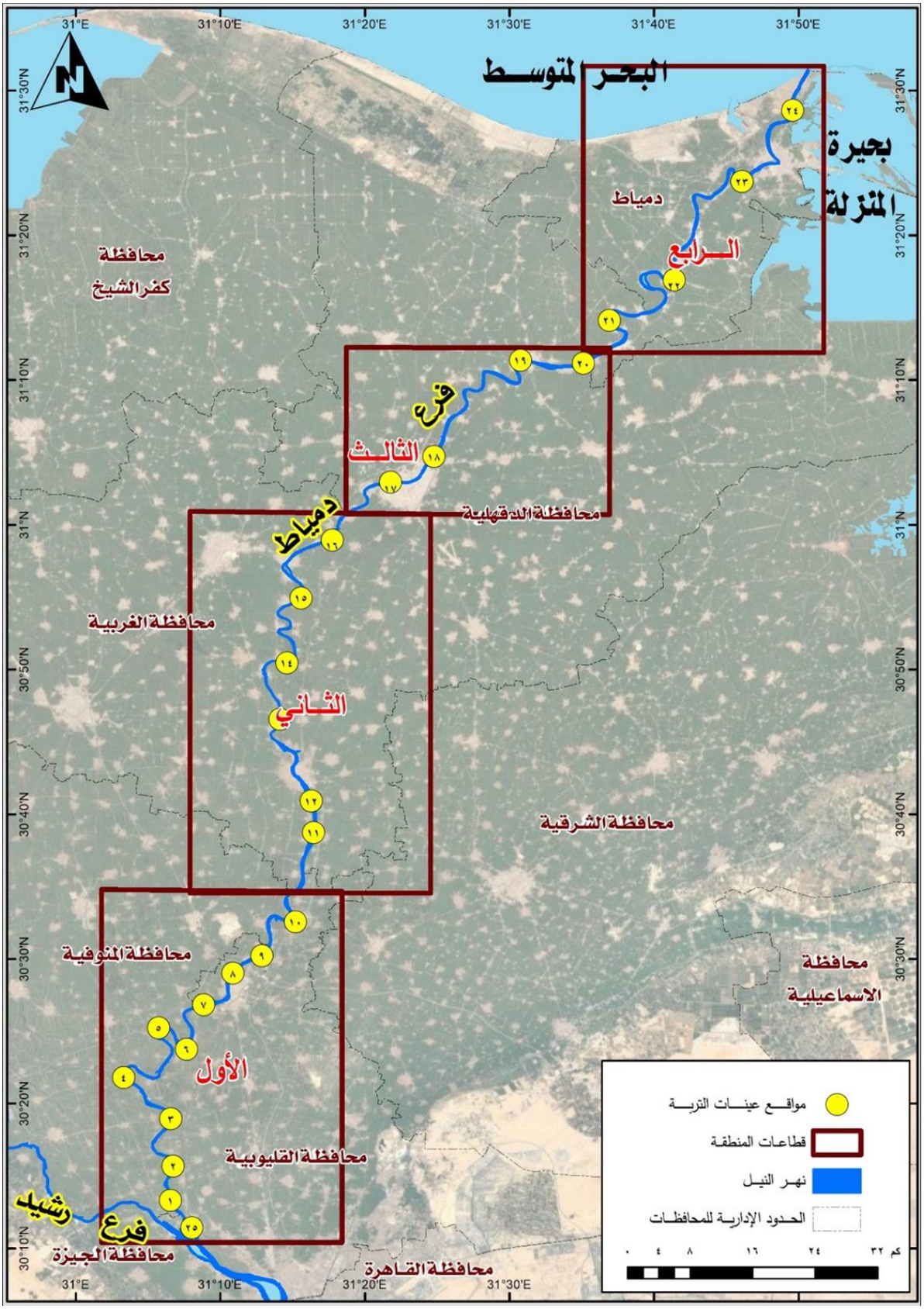
أ- الخصائص الميكانيكية:

تتباين الخصائص الطبيعية لرواسب جانبي مجري فرع دمياط بسبب اختلاف قدرة المياه على حمل الرواسب والتي تتناسب طردياً مع سرعة المياه ووفق درجة انحدار المجري، كما تتفاوت سرعة

جريان من مكان إلى آخر، مما يؤدي إلى تفاوت حجم الحبيبات المكونة للرواسب على طول المجري، كما يختلف التوزيع الحجمي للحبيبات بسبب عملية الترسيب المائي، حيث تساهم قوى التماسك الضعيفة وتسرب المواد الدقيقة في زيادة المسامية وتقليل التماسك بين الحبيبات، مما يجعل الضفاف أكثر عرضة للانهيار، وحيث تم اجراء الدراسة الميدانية بناءً على نتائج تحليل صور الأقمار الصناعية، فقد تم جمع ٢٥عينة من مواقع مختلفة على طول جانبي مجرى فرع دمياط شكل (١٠) بعمق يتراوح بين ٣٠ إلى ٥٠ سم من سطح التربة، بهدف التعرف على خصائص التربة في مناطق النحت والإرساب، ودراسة خصائص الرواسب وفهم دورات الترسيب والظروف البيئية المرتبطة بها مع مراعاة التنوع المكاني في اختيار العينات، وبعد جمعها، تم تحضير العينات للتحليل المعدني والكيميائي عن طريق تجفيفها بالهواء، وسحقها، ونخلها باستخدام منخل بحجم٢مم، وحفظها في أوعية بلاستيكية لتحليلها.

كما يتضح من دراسة جدول (٩) أن المتوسط العام لنسب الرمل بلغ ٤٠.٦٪، بينما بلغ متوسط نسبة الغرين ٣٣.٢٪، ومتوسط نسبة الطين ٢٦.٢٪، ويشير ذلك إلى تربة ذات محتوى متوازن نسبيًا من المكونات الثلاثة، مما يميزها بخصائص تربة طينية مزيجية أو طينية، والتي تجمع بين خصائص التصريف الجيد والاحتفاظ بالمياه، ما يجعلها مناسبة للزراعة حيث تظهر النسبة الأكبر من **الرمل:** في العينة رقم ٧ حيث وصلت النسبة إلى **٤٧.٣٪** وهي تربة تميل إلى أن تكون أكثر نفاذًا وتسمح بتصريف المياه بسرعة، بينما **الغرين:** أعلى نسبة له ظهرت في العينة رقم ٢٥ بنسبة **٣٦.٩٪** وهي تربة جيدة الاحتفاظ بالمياه وأخيراً **الطين:** أعلى نسبة له كانت في العينة رقم ١١ بنسبة **٣٦.٨٪** مما يشير إلى تربة أكثر كثافة وقدرة أعلى على الاحتفاظ بالرطوبة شكل (١١) لكن قد تعاني من مشاكل التصريف البطيء، وعليه تتراوح نوعية التربة في المواقع المختلفة بين "طينية مزيجية" و"طينية"، حيث تحتوي التربة "الطينية المزيجية" على نسبة متوازنة من الرمل والغرين والطين، ما يجعلها جيدة للتصريف واحتباس المياه في الوقت نفسه، بينما التربة الطينية تتضمن نسب أعلى من الطين، مما يجعلها أكثر كثافة وقادرة على الاحتفاظ بالمياه بشكل أكبر، ولكن قد تعاني من سوء التصريف، ويلاحظ وجود علاقة بين توزيع كل من الرمل والغرين والطين مع الانحدار حيث تزيد نسبة الطين في المناطق منخفضة الانحدار بينما تزداد نسبة الرمال مع المناطق مرتفعة الانحدار.

ب-الخصائص الكيميائية: تم تناول الخصائص الكيميائية للتربة من خلال تحليل عدة عوامل رئيسية ووفقاً لنتائج تحليل العينات جدول (١٠) يمكن استخلاص ما يلي:



المصدر: بالاعتماد على صورة القمر الصناعي **Sentinel-2** بدقة وضوح ١٠متر.

شكل (١٠) مواقع رصد العينات على طول مجري فرع دمياط

- **مؤشر درجة تفاعل التربة (pH)** (*): تراوحت نتائج تحليل العينات لهذا المؤشر بين ٧.٠ في موقع (٧) و٨.١ في موقع (٦)، مما يشير إلى أن التربة في هذه المواقع تقع بين الحموضة والقلوية، وتعد القيم القريبة من ٧ متوازنة، بينما القيم التي تتراوح ما بين ٧.٥ و٨.١ تشير إلى تربة قلوية معتدلة.
- **الكاتيونات والأنيونات الذائبة:** تراوحت قيم الكالسيوم (Ca) بين ٣٥٠ ملغ/كغ في موقع (٢) و٤٣٠ ملج/كج في الموقع (٦)، مما يدل على توافر جيد للكالسيوم الضروري لنمو النباتات كذلك، تتراوح قيم الماغنيسيوم (Mg) بين ٧٠ ملج/كج في موقع (١٢) و٩٢ ملج/كج في الموقع (٦)، مما يعتبر مستوى مقبولاً للماغنيسيوم، أما الصوديوم (Na)، الذي تتراوح قيمته بين ٤ ملج/كج في موقع (٢) و٧ ملج/كج في موقع (٦)، وفيما يتعلق بالأنيونات الذائبة، سجل الكلوريد (Cl) قيم تتراوح ما بين ٢٠ ملج/كج في الموقع (٢) و٣٠ ملج/كج في موقع (٦)، وهي تشير إلى ضرورة الانتباه لارتفاع الملوحة في التربة، بينما تركزت قيم الكبريتات (SO_4) بين ٣ ملج/كج في موقع (٢) و٨ ملج/كج في الموقع (٤)، مما يشير إلى دور الكبريتات في تحسين خصوبة التربة.
- **كربونات الكالسيوم (CaCO3):** تراوحت نسبتها بين ٩٪ في موقع (٥) و١٥٪ في موقع (٣)، تلعب دورًا حيويًا في تحديد قلوية التربة وتعكس القيم المنخفضة (أقل من ١٠٪) على تربة حامضية، بينما القيم المرتفعة تشير إلى تربة قلوية، وتعكس المواقع التي تحتوي على نسب كربونات كالسيوم تتراوح بين ١٠٪ و١٥٪ تربة معتدلة القلوية، مما يمكن أن يؤثر على توافر العناصر الغذائية للنباتات.
- **التوصيل الكهربائي (EC)** (*): تراوحت نتائجه بين ١.٠ ديسيمنز/متر في موقع (٢) و١.٦ ديسيمنز/متر في موقع (٦)، وهذا يعد مؤشرًا هامًا لمحتوى الأملاح في التربة حيث تشير القيم المنخفضة (أقل من ١.٥ ديسيمتر/متر) إلى تربة منخفضة الملوحة، وعلى الجانب الاخر تعتبر القيم الأعلى دليل علي ملوحة متزايدة، وهذا قد يؤثر سلبًا على نمو النباتات، حيث لوحظ أن المواقع (٢) و(٤) و(٥) قيمها مرتفعة مقارنة بباقي العناصر.

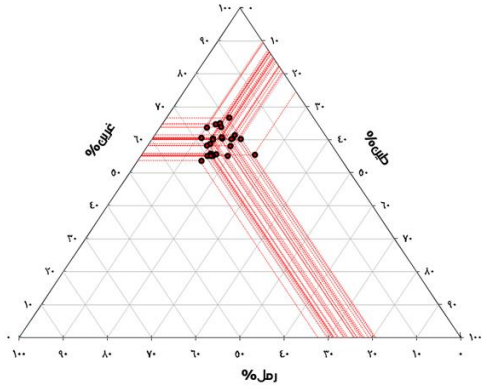
(*) تم قياس درجة تفاعل التربة في محلول مكون من التربة والماء بنسبة ١:١ باستعمال جهاز **pH–Meter** من طراز **– Lovibond 200 pH** وهو عبارة عن اللوغاريتم السالب لتركيز ايونات الهيدروجين النشطة في محلول التربة.

(*) هو عكس المقاومة الكهربائية، وقد تم قياس درجة التوصيل الكهربي **Ec** في مستخلص عجينة التربة المشبعة باستعمال جهاز **Ec–Meter** من طراز **Lovibond – Con 200** وذلك عند درجة حرارة ٢٥° م

جدول (٩) تصنيفات التربة وفقاً لخصائصها الحجمية

م	الاحداثيات الشمالية	الاحداثيات الشرقية	العمق/سم	مفصولات التربة			نوعية التربة
				رمل%	غرين%	طين%	
١	31° 46' 4.641" E	31° 23' 41.861" N	٥٠	٣٠.٢	٥٥.١	١٤.٧	طينية مزيجية طمية
٢	31° 41' 24.126" E	31° 16' 53.457" N	٣٥	٢٨.٨	٦٠.٧	١٠.٥	طينية مزيجية طمية
٣	31° 30' 45.679" E	31° 11' 20.561" N	٥٠	٢٥.٥	٥٥.٢	١٩.٣	طينية
٤	31° 35' 7.029" E	31° 11' 8.092" N	٥٠	٢٠.١	٦٠.٣	١٩.٦	طينية مزيجية طمية
٥	31° 17' 45.903" E	30° 58' 55.043" N	٣٠	٢٢.٣	٦٥.١	١٢.٦	طينية مزيجية طمية
٦	31° 15' 35.935" E	30° 54' 54.908" N	٥٠	١٩.٢	٥٥.٥	٢٥.٣	طينية
٧	31° 14' 8.032" E	30° 46' 32.689" N	٣٥	٣٢.٣	٥٣.٧	١٤	طينية مزيجية طمية
٨	31° 16' 28.087" E	30° 38' 42.925" N	٣٥	٢٩.١	٥٥.٩	١٥	طينية مزيجية طمية
٩	31° 24' 47.736" E	31° 4' 41.795" N	٤٥	٢٤.٢	٦٠.٤	١٥.٤	طينية مزيجية طمية
١٠	31° 15' 12.439" E	30° 32' 32.863" N	٣٠	٢٧.٩	٥٥.٧	١٦.٤	طينية مزيجية طمية
١١	31° 12' 53.270" E	30° 30' 12.976" N	٣٥	٢١.٨	٦٠.٤	١٧.٨	طينية
١٢	31° 10' 53.159" E	30° 28' 59.694" N	٣٥	٢٨.٩	٥٥.١	١٦	طينية مزيجية طمية
١٣	31° 8' 51.672" E	30° 26' 49.464" N	٤٥	٢٦.٣	٦٠.٥	١٣.٢	طينية مزيجية طمية
١٤	31° 7' 40.346" E	30° 23' 45.234" N	٤٥	٢٣.٤	٥٨.٢	١٨.٤	طينية مزيجية طمية
١٥	31° 5' 44.514" E	30° 25' 13.104" N	٥٠	٢٤.١	٦٠.٨	١٥.١	طينية مزيجية طمية
١٦	31° 3' 20.010" E	30° 21' 47.228" N	٥٠	١٩.٥	٦٦.٧	١٣.٨	طينية
١٧	31° 6' 34.655" E	30° 18' 55.853" N	٤٥	٢٧.٧	٥٨.٩	١٣.٤	طينية مزيجية طمية
١٨	31° 6' 44.675" E	30° 15' 40.300" N	٤٥	٢٦.٥	٦٠.١	١٣.٤	طينية مزيجية طمية
١٩	31° 8' 2.706" E	30° 11' 24.637" N	٥٠	٢٥.٩	٦٣.٨	١٠.٣	طينية مزيجية طمية
٢٠	31° 6' 34.141" E	30° 13' 17.607" N	٣٥	٢٢.٢	٦٠.٣	١٧.٥	طينية مزيجية طمية
٢١	31° 16' 17.331" E	30° 40' 53.698" N	٣٥	٢٣.٥	٦٤.٧	١١.٨	طينية مزيجية طمية
٢٢	31° 21' 46.502" E	31° 2' 55.904" N	٤٠	٢٨.٦	٥٨.٤	١٣	طينية مزيجية طمية
٢٣	31° 14' 37.294" E	30° 50' 25.861" N	٤٥	٢٩.٥	٥٥.١	١٥.٤	طينية مزيجية طمية
٢٤	31° 36' 54.388" E	31° 14' 6.244" N	٥٠	٢٠.٨	٦١.٥	١٧.٧	طينية
٢٥	31° 49' 36.033" E	31° 28' 37.387" N	٥٠	٢٢.٧	٦٣.٩	١٣.٤	طينية مزيجية طمية
المعدل				**٢٥.٢٤**	**٥٩.٤٤**	**١٥.٣٢**	

المصدر: الدراسة الميدانية، نتائج تحليل عينات التربة بمواقع منطقة الدراسة.



المصدر: تحليل جدول (٩)

شكل (١١) مثلث نوعية التربة

جدول (١٠) نتائج التحليل الكيميائي للعينات

م	معدل التوصيل الكهربي (Ec)	CaCO3 (%)	pH	الكاتيونات الذائبة				الانيونات الذائبة		
				Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Na (mg/kg)	K (mg/kg)	Cl (mg/kg)	SO_4 (mg/kg)	HCO_3 (mg/kg)
١	١,٢	١٢	٧,٥	٤٠٠	٨٠	٥	١٥	١٠	٢٥	٥
٢	١	١٠	٧,٢	٣٥٠	٧٠	٤	١٢	٨	٢٠	٣
٣	١,٥	١٥	٨	٤٢٠	٩٠	٦	١٨	١٢	٣٠	٦
٤	١,١	١١	٧,٣	٣٧٠	٧٥	٥	١٠	٩	٢٢	٤
٥	١,٤	٩	٧,٨	٣٩٠	٨٥	٤	١٤	١١	٢٦	٧
٦	١,٦	١٤	٨,١	٤٣٠	٩٢	٧	١٦	١٣	٢٨	٨
٧	١	١٣	٧	٣٦٠	٧٨	٥	١٣	٧	٢١	٤
٨	١,٣	١٠	٧,٦	٣٧٥	٧٣	٥	١١	٨	٢٣	٥
٩	١,٢	١١	٧,٤	٣٨٠	٧٦	٦	١٢	١٠	٢٧	٦
١٠	١,١	١٥	٧,٣	٣٧٠	٧٤	٥	١٠	٩	٢٢	٤
١١	١,٤	٩	٨	٣٩٠	٨٢	٤	١٣	١٠	٢٠	٥
١٢	١,٣	١١	٧,٦	٣٧٥	٧٠	٥	١٤	٨	١٩	٣
١٣	١,٢	١٢	٧,٨	٤٠٠	٨١	٦	١٢	١١	٢٦	٧
١٤	١,١	١٠	٧,٤	٣٦٠	٧٦	٥	١٠	٩	٢٣	٥
١٥	١,٤	١٣	٨	٤٢٠	٨٩	٦	١٥	١٢	٢٧	٦
١٦	١,٥	١٤	٧,٦	٣٨٠	٨٠	٥	١٢	١٠	٢٥	٥
١٧	١,٣	١٠	٧,٥	٣٩٠	٧٢	٤	١١	٨	٢٠	٣
١٨	١,٢	١٢	٧,٤	٣٦٠	٧٨	٥	١٠	٩	٢٢	٤
١٩	١,٤	١٥	٨,١	٤٢٠	٩١	٦	١٦	١٢	٣٠	٦
٢٠	١,١	١١	٧,٣	٣٧٠	٧٥	٥	١٠	٩	٢٤	٤
٢١	١	٩	٧,٥	٣٩٠	٨٣	٤	١٤	١١	٢٨	٧
٢٢	١,٥	١٤	٧,٨	٤١٠	٨٨	٥	١٣	١٠	٢٦	٦
٢٣	١,٣	١٢	٧,٩	٤٢٠	٩٠	٦	١٥	١١	٣٠	٥
٢٤	١,٢	١٣	٧,٦	٣٧٥	٧٩	٥	١٢	٩	٢١	٤
٢٥	١,١	١٠	٧,٤	٣٦٠	٧٢	٤	١٠	٧	٢٠	٣

المصدر: الدراسة الميدانية، تحليل عينات التربة بمواقع منطقة الدراسة.

٦) الغطاء النباتي:

يتضح دور النبات بشكل اساسي في عملية البناء الناتجة عن عرقلة سير المفتتات وبالتالي إرسابها ولا سيما بناء الجزر النهرية التي تجبر تيار النهر على الانتقال نحو الضفاف ونحتها وبالتالي

حدوث تغيرات في مورفولوجية المجرى حيث يتضافر الغطاء النباتي مع بطئ الجريان في بعض مناطق مجري فرع دمياط علي خفض قيم درجات الحرارة بشكل عام بالإضافة الي قدره جذور النباتات المائية علي الترابط بين أجزاء التربة ومن ثم مقاومة عمليات النحت للمجري حيث يقوم وجود النباتات سواء تلك التي علي ضفاف المجري او في وسطه علي التقليل من سرعة الجريان ومن ثم زيادة قدرة الماء علي الارساب ومن ثم ظهور اشكال الترسيب المختلفة المتمثلة في الجزر النيلية الموجودة علي طول مجري نهر النيل بشكل عام ومجري فرع دمياط بشكل خاص والتي بلغ اجمالي عددهم ٣٣ جزيرة جاء القطاع الأول في لترتيب الاول من حيث عدد الجزر بإجمالي ١٠ جزر وجاء في الترتيب الاخير القطاع الرابع بعدد ٢ جزيرة فقط، جدير بالذكر انه توجد العديد من الصيغ الرقمية التي تهدف الي الحصول علي مواقع انتشار الغطاء النباتي ولكن أبسطها تلك الصيغة التي تتعامل مع صور القمر الصناعي Sentinel-2 حيث تعتمد علي معادلة تقوم علي حساب الفروق الطيفية بين محتوي الصورة الرقمية في الطيف رقم (٤) Red والطيف الأخر رقم (٨) Near-infrared أو الأشعة تحت الحمراء القريبة من خلال المعادلة التالية:

$$NDVI = (NIR- R)/(NIR+R)$$

حيث إن مؤشر NDVI يعد وسيلة لرصد التغيرات التي تحدث في الغطاء النباتي على مر الزمن، كما يقيس الحالة الصحية للنبات وتتراوح قيم هذا المؤشر ما بين (١) حتى (-١) وقد بلغ اجمالي مساحة الغطاء النباتي بالمجري بشكل عام نحو ٣.٦ مليون م^{٢} وقد جاء القطاع الأول في المرتبة الاولي بمساحة غطاء نباتي بلغت ١.٥ مليون م^{٢} يليه القطاع الثاني ١.٣ مليون م^{٢}، شكل (١٢) والتي تنقسم إلى:

أ- نباتات على جانبي فرع دمياط:

تُعرف النباتات التي تنمو على حواف الجزر وضفاف أي مجري مائي بأنها تتضمن أشجارًا وشجيرات وحشائش، ومن أبرزها القصب البري، الصفصاف، وتنتشر هذه الأنواع على طول منطقة الدراسة، وحيث يعتبر" القصب البري" من أكثر النباتات الطبيعية انتشارًا وكثافة، نظرًا لامتلاكه بعض الخصائص تسهم في تكوين نباتات كثيفة وسريعة النمو، تُغطي هذه النباتات مساحات واسعة من الجزر وأجزاء من الضفاف لكل من جانبي المجري، وقد أشار (Thorn.C.R.et al,1995,p.24) ان تواجد هذه النباتات لها أثر كبير في زيادة درجة تثبيت جانبي المجري المائي وينخفض معدلات تراجع هذه الجوانب والحد من معدلات النحت والانهيالات حيث ترفع من خلال القوة المتمثلة في ترابط جذورها من قوي القص للتربة وخفض سرعة التدفيق بما يجعلها عامل بناء والعكس صحيح وعليه يؤثر التواجد النباتي علي مدي استقرار جوانب المجري المائي وقد بلغ مساحة مسطح هذه

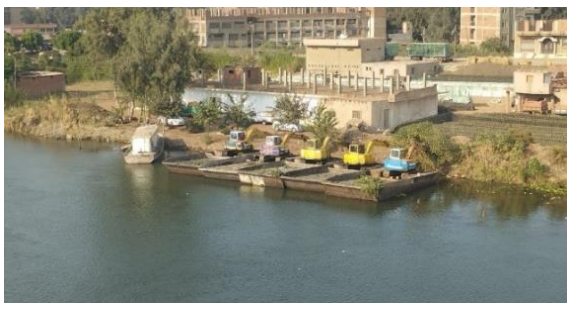
النباتات نحو ٩٠٨ ألف م^{٢} في الجانب الشرقي من مجري فرع دمياط بينما بلغت مساحته علي الجانب الغربي نحو ١.٦مليون م^{٢}، كما هو موضح بالصور (١) و(٢) و(٣) و(٤).

ب-نباتات وسط المسطح المائي لفرع دمياط:

تُعرف هذه النباتات المائية بأنها تنمو على قاع المجرى النهري في المناطق الضحلة والبطيئة الجريان. وهي نباتات معمرة تمتاز بجذورها الطويلة والمتدلية، مع تعرض بعض أجزائها للانجراف عند ارتفاع منسوب المياه، وتنتشر هذه النباتات في مواقع مختلفة نتيجة تباطؤ سرعة التيار وضعف الانحدار، وأيضًا بسبب إنشاء المنشآت المائية التي تؤدي إلى ضحالة المياه صورة (٥)، من أبرز هذه النباتات "ورد النيل"، الذي يلعب دورًا مهمًا في تحسين جودة المياه، حيث يساهم في إزالة العناصر الثقيلة وتنقيتها من الملوثات الناتجة عن الصرف الصحي والصناعي التي تُلقى في نهر النيل، إضافة إلى ذلك، تؤثر هذه النباتات على خصائص قاع المجرى النهري من خلال زيادة خشونته، مما يعيق تدفق المياه ويقلل من سرعة التيار، هذا التأثير بدوره يؤثر على استقرار حواف المجرى، حيث قد يؤدي إلى تغيرات في مدي استقراريه الضفاف، كذلك يؤثر عدم انتظار توزيع النبات علي طول المجري علي نمط توزيع الجهد الهيدرولوجي وخاصة في الشجيرات والحشائش جانبي المجري ومن ثم تبدد طاقة النهر بما يسهم في استقرار الضفاف، وقد بلغ مساحة مسطح النباتات نحو ١.١مليون م^{٢}.

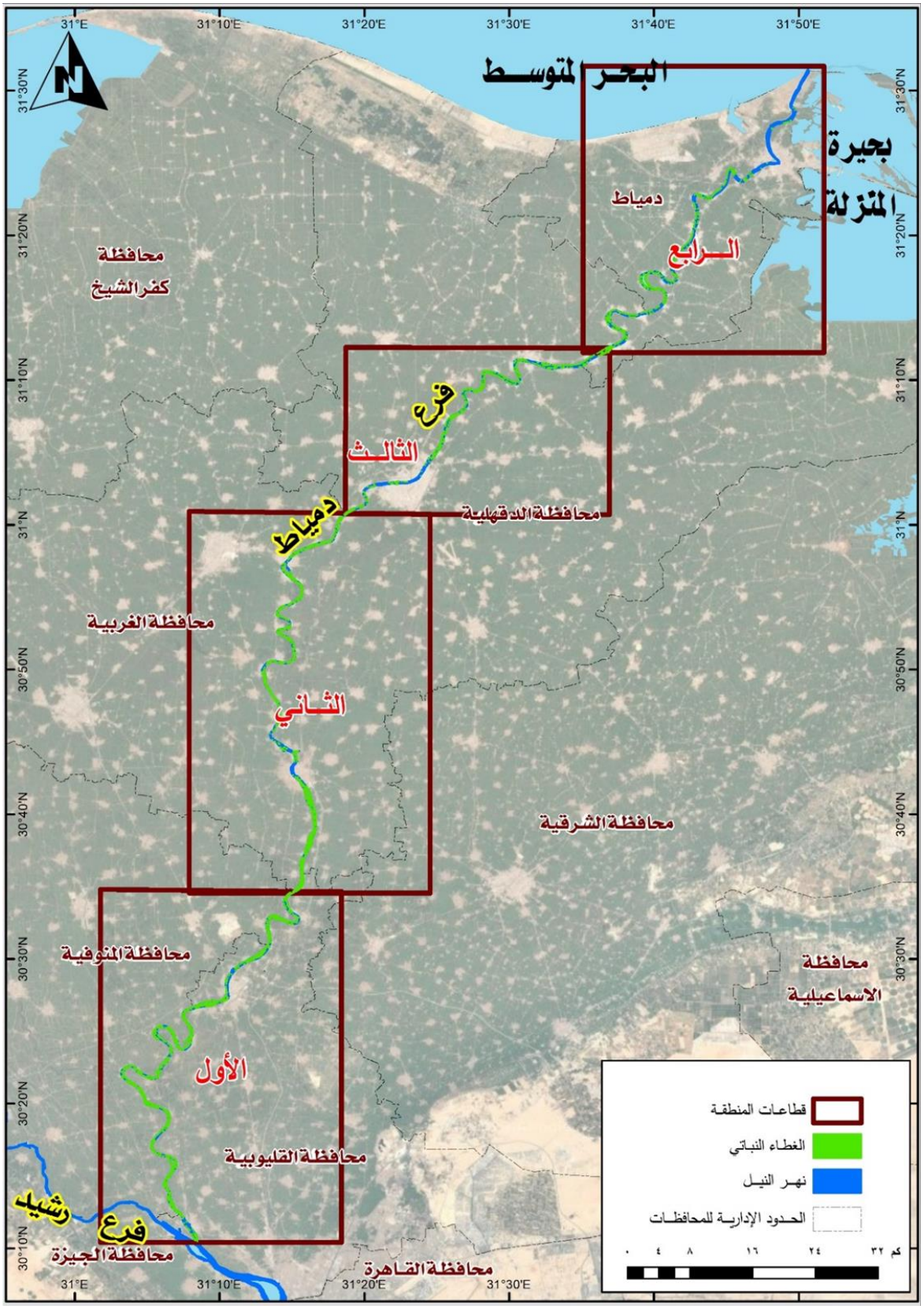
صورة (١) الغطاء النباتي على الجانب الشرقي لفرع دمياط، مدينة المنصورة

صورة (٢) الغطاء النباتي على الجانب الغربي لفرع دمياط، مدينة ميت غمر



صورة (٣) كراكات تنظيف المجري من الغطاء النباتي على الجانب الشرقي لمجري فرع دمياط

صورة (٤) الغطاء النباتي على الجانب الغربي لفرع دمياط، مدينة بنها



المصدر: بالاعتماد على صورة القمر الصناعي **Sentinel-2** بدقة وضوح ١٠متر.

شكل (١٢) توزيع الغطاء النباتي على مستوي قطاعات مجري فرع دمياط.

صورة (٥) الغطاء النباتي مقابل مصرف الأملاك، الجانب الشرقي لفرع دمياط، مدينة ميت غمر

وبناء على ما سبق تقوم النباتات المائية، سواء تلك التي تنمو على جانبي فرع دمياط أو وسط المجرى المائي، بدور حيوي في تغيير خصائص قاع المجري وتكوين الجزر النهرية، حيث تقوم جذور النباتات الكثيفة على ترسيخ التربة وتثبيتها، مما يقلل من قوة القص الناتجة عن تدفق المياه بما يُضعف من قدرة التيار على حمل الرواسب بعيدًا، الأمر الذي يسمح بتراكمها في مواقع معينة ومع استمرار ذلك تتشكل النواة الرئيسية لتكون الجزر النيلية.

كما تساهم هذه النباتات في زيادة خشونة قاع المجرى، مما يؤدي إلى خفض سرعة التيار وزيادة معدلات ترسيب الرواسب الثقيلة، لتتراكم بشكل تدريجي مكونة قاعدة صلبة يمكن للنباتات أن تستوطنها مجددًا، الأمر الذي يعزز من أمكانية توسع الجزر بمرور الزمن بالإضافة الي إن توزيع النباتات في المناطق الضحلة وبطيئة الجريان يعمل كنواة لجذب الرواسب وتثبيتها، وعند انجراف أجزاء من النباتات نتيجة ارتفاع منسوب المياه أو شدة التيار، تتجمع الرواسب حولها لتكوين تربة جديدة وهكذا.

٧) الجاذبية الأرضية:

تعتمد حركة المياه داخل أي مجري مائي بشكل أساسي على تأثير الجاذبية الأرضية، حيث تزداد قوة هذه الحركة مع زيادة كمية المياه في المجرى وترتبط سرعة جريان المياه بشكل مباشر بدرجة انحدار المجرى، إذ كلما زادت درجة الانحدار، زادت سرعة التيار، مما يعزز عمليات النحت ويزيد من كثافة نقل المفتتات **(مهدي الصحاف وكاظم موسى، ١٩٨٦، ص: ٦٣٧)** هذا الأمر يؤدي إلى تشكيل مجرى عميق وضيق، وعلى العكس تماماً من ذلك عندما يكون انحدار القطاع الطولي للنهر حيث يزداد امتداد المجرى الأفقي، مما يتسبب في ظهور التواءات نتيجة لسيطرة عمليات النحت الأفقي باتجاه الضفاف وينتج عن ذلك مجرى واسع وضحل، مما يؤدي إلى تباطؤ التيار، وبالتالي رفع معدلات التسرب والتبخر، مما يقلل بشكل ملحوظ من سرعة جريان المياه (**Gregory, K. J., et al, 1973, P:55**).

نتيجة لذلك تنخفض قدرة المجري على نقل حمولته الكاملة من المفتتات، مما يساهم في تراكمها وتشكيل نواة لجزر داخل المجرى، هذه الديناميكية تشير إلى أن درجة انحدار فرع دمياط يقوم بدور كبير في تحديد شكل المجرى وسرعة التيار، وتأثير ذلك على عمليات النحت والنقل والترسيب، مما

يؤدي في النهاية إلى تطور الجزر النهرية وتغيرات في طبيعة المجرى ، وعليه يمكن الاستفادة من الجاذبية الأرضية في التحكم في حركة المياه داخل مجري فرع دمياط من خلال تقنيات مثل تعديل انحدار القناة لتسريع أو إبطاء التيار، أو بناء سدود وقنوات توجيهية لتنظيم تدفق المياه ومنع تراكم الرواسب، مما يساعد في إدارة الموارد المائية بشكل فعال وتقليل الاخطار المحتملة.

٨) تغير أطوال جانبي المجري:

تعد دراسة أطوال جانبي مجري فرع دمياط من الجوانب الأساسية حيث تشهد الضفاف تغيرات كبيرة تؤثر على ملامحها وذلك في مرحلتي ما قبل وما بعد بناء السد العالي، حيث تتأثر كانت الضفاف بالتغيرات الطبيعية للنهر قبل بناء السد، في حين أظهرت مرحلة ما بعد بناء السد العديد من التحولات المورفولوجية نتيجة لغياب فيضان النيل وانخفاض الحمل العالق فيه، هذه التغيرات أسفرت عن حدوث أخطار جيومورفولوجية شملت نحت لهذه الضفاف ومن ثم انهيارها، وبناء على ما سبق، تم استخدام الخرائط الطبوغرافية لعام ١٩١٤م وصور Corona الملتقطة عام ١٩٦٧م، بالإضافة إلى صور الاقمار الصناعية Landsat لعام ١٩٨٥م وصور Rapid Eye الملتقطة في ١ يناير ٢٠٢٥م، لدراسة مدي تغير ضفاف جانبي مجرى فرعي دمياط، حيث اتضح ان هناك تباين واضح في كلا الجانبين جدول (١١) .

جدول (١١) أطوال ضفاف جانبي مجري فرع دمياط الفترة ١٩١٤ – ٢٠٢٥م

العام	الجانب الشرقي/كم	الجانب الغربي/كم
١٩١٤	٢٨٦.٦	٣٣٨.٦
١٩٦٧	٢٥١.٠	٢٦٦.٤
١٩٨٥	٢٦٧.٨	٢٦٥.٩
٢٠٢٥	٢٦٢.٠	٢٦٥.٣

المصدر: نتائج تحليل الخريطة الطبوغرافية ١/٢٥٠٠٠، صورة القمر الصناعي **Corona**، **Landsat**، **Rapid Eye**.

شهد مجرى فرع دمياط تغيرات ملحوظة في طول جانبيه الشرقي والغربي طوال ١١٠ عاماً، حيث تراجع طول الجانب الشرقي بشكل أكبر مقارنة بالجانب الغربي، ففي عام ١٩١٤م، كان طول الجانب الشرقي ٢٨٦.٦كم بينما كان طول الجانب الغربي ٣٣٨.٦كم، مما يشير إلى أن الجانب الغربي كان أطول، ولكن بحلول عام ١٩٦٧م، انخفض طول الجانب الشرقي إلى ٢٥١.٠كم، في حين تراجع طول الجانب الغربي إلى ٢٦٦.٤كم، مما يعكس تأثيرات عدة عوامل أدت إلى هذا التغيير ومن المحتمل أن يكون سبب ذلك التعرية الناتجة عن حركة المياه والتغيرات في مجرى فرع دمياط بسبب التوسع العمراني والتغييرات في استخدام الأراضي على كلا الجانبين، كما أن التدخلات البشرية والمنشآت الهندسية مثل بناء السدود والقنوات الفرعية لها دور في تغير شكل المجرى، وفي عام ١٩٨٥م، عاد الجانب الشرقي ليزيد طوله إلى ٢٦٧.٨كم، بينما استمر الجانب الغربي في التقلص إلى ٢٦٥.٩كم ومع حلول عام ٢٠٢٥م، استمر الجانب الشرقي في التقلص ليبلغ نحو ٢٦٢كم، بينما ظل الجانب الغربي مستقرًا نسبيًا عند ٢٦٥.٣كم.

يمكن ارجاع هذا التغير كنتيجة منطقية لعوامل أساسية **الأول** منها: تأثيرات بيئية مثل تغير المناخ، وزيادة نسبة التلوث في المياه الامر الذي ادي لنمو العديد من النباتات علي ضفاف المجري التي تعمل علي زيادة مستويات الترسيب في بعض الاماكن وزيادة عمليات النحت في جوانب أخري، وعليه يتم تحريك المجرى ببطيء وبشكل تدريجي في بعض المناطق، بينما **الثاني:** تغير حجم التصريف المائي لنهر النيل ومع بطئ الانحدار ومن ثم بطئ الجريان ارتفعت معدلات الترسيب مما أدي الي نشأة العديد من الجزر القريبة من الضفاف ثم التحامها بمرور الزمن شكل (١٣).

ثانياً: الضوابط البشرية وأثارها على التغيرات الجيومورفولوجية للمجري:

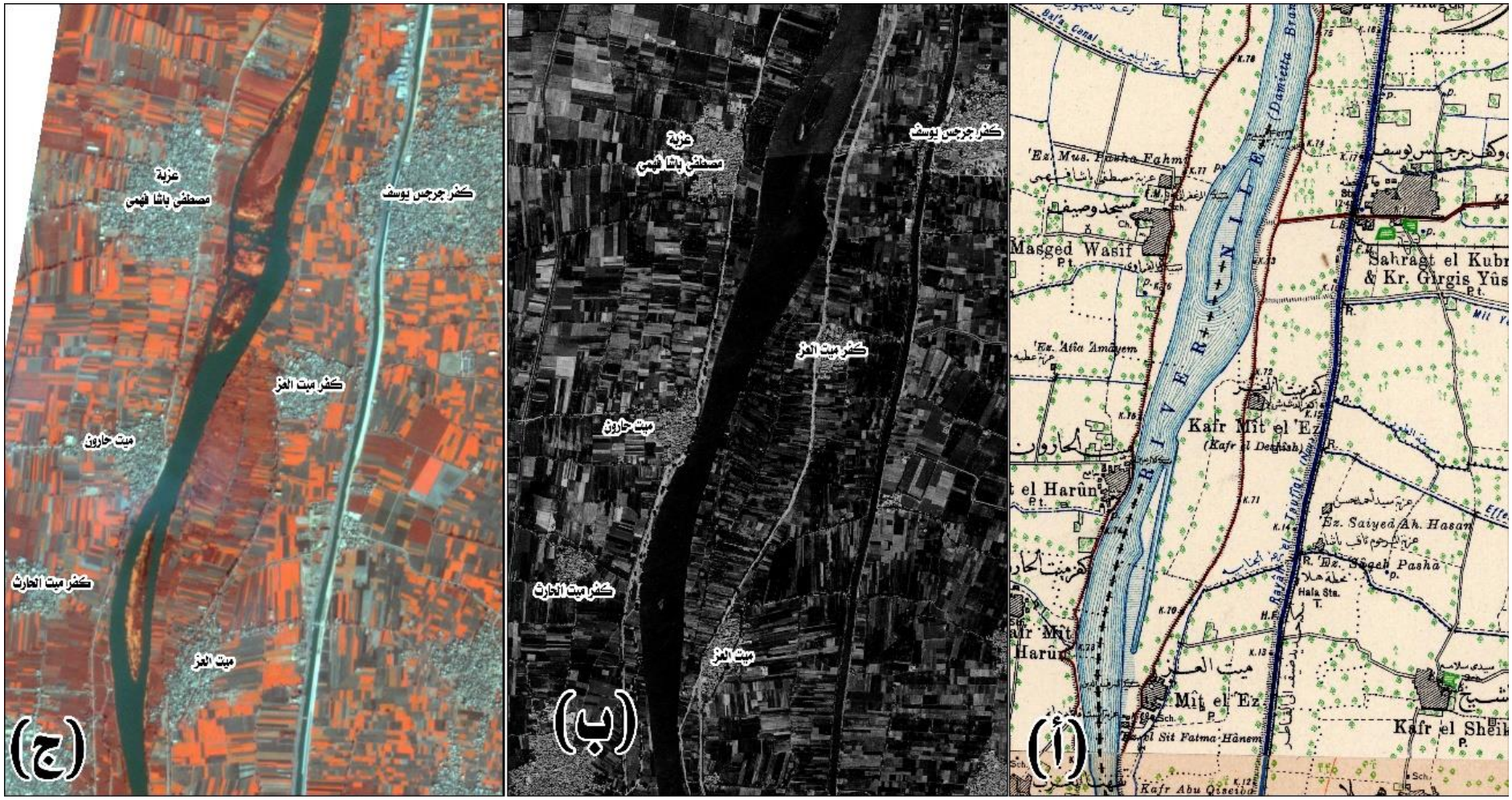
١- تذبذب مستويات التصريف:

يعتبر تغير حجم ومستويات التصريف في مجري فرع دمياط علي مدار العام جدول (١٢) احد اهم الضوابط المؤثرة في تغير المجري، حيث أن هِناك ارتباط وثيق بين تذبذب التصريف المائي واستقرار الضفاف داخل مجرى النهر، كنتيجة منطقية للتغيرات في مستوى سطح المياه، كما ساهم بناء السد العالي في التقليل من عملية التصريف المائي، مما أدى إلى انخفاض مستوى المياه داخل مجرى فرع دمياط، وتسبب في زيادة ارتفاع منسوب الضفاف فوق مستوي المياه، ما يعزز خطر انهيارها بفعل حركة الدوامات المائية التي تُخل بتوازن الضفاف، كما يسهم تذبذب التصريف المائي في تقويض الجزء السفلي من الضفاف من خلال النحت الجانبي، مما يؤدي إلى ظهور مستويات متعددة للنحت على جانبي المجرى، هذا التغير المستمر يتسبب في عدم استقرار الضفاف، حيث تظل الأراضي الطينية، التي تبلغ سرعة انتقال المياه فيها ٠.٠٢١ متر/يوم، في حالة تغير مستمر حتى تتخذ وضعًا متزنًا يتطابق مع مستوى سطح مياه النهر.

جدول (١٢) معدل التصرفات الشهرية "مليون م^{٣}/ اليوم" لمجري فرع دمياط عام ١٩٩٩م

الشهور	قناطر الدلتا	قناطر زفتي	سد فارسكور
يناير	٨.٣	٢.٥	٢.٥
فبراير	٨.٦	٤.٦	٤.٦
مارس	١٨.٨	٤.٣	٤.٣
أبريل	٢٢.٢	٤.٧	٤.٧
مايو	٢٨.١	٦.١	٦.١
يونيو	٤٤.٥	١٠.٥	١٠.٥
يوليو	٤٥.٢	٨.٨	٨.٨
أغسطس	٣٨.١	٧.٥	٧.٥
سبتمبر	٢٨.٣	٦.٦	٦.٦
أكتوبر	١٥.٢	٣.٩	٣.٩
نوفمبر	١٦.٥	٣.٦	٣.٦
ديسمبر	١١.٤	٢.٥	٢.٥
المتوسط	٢٣.٨	٥.٥	٥.٥

المصدر: معهد بحوث النيل ،١٩٩٩م



المصدر: أ/خريطة طبوغرافية ١/٢٥.٠٠٠، ب/صورة القمر الصناعي **Corona**، ج/ صورة القمر الصناعي **Rapid Eye**.

شكل (١٣) نشأة الجزر النيلية والتحامها الي الجنوب من مدينة ميت غمر الفترة ١٩١٤م ،١٩٦٥م، ٢٠٢٥م.

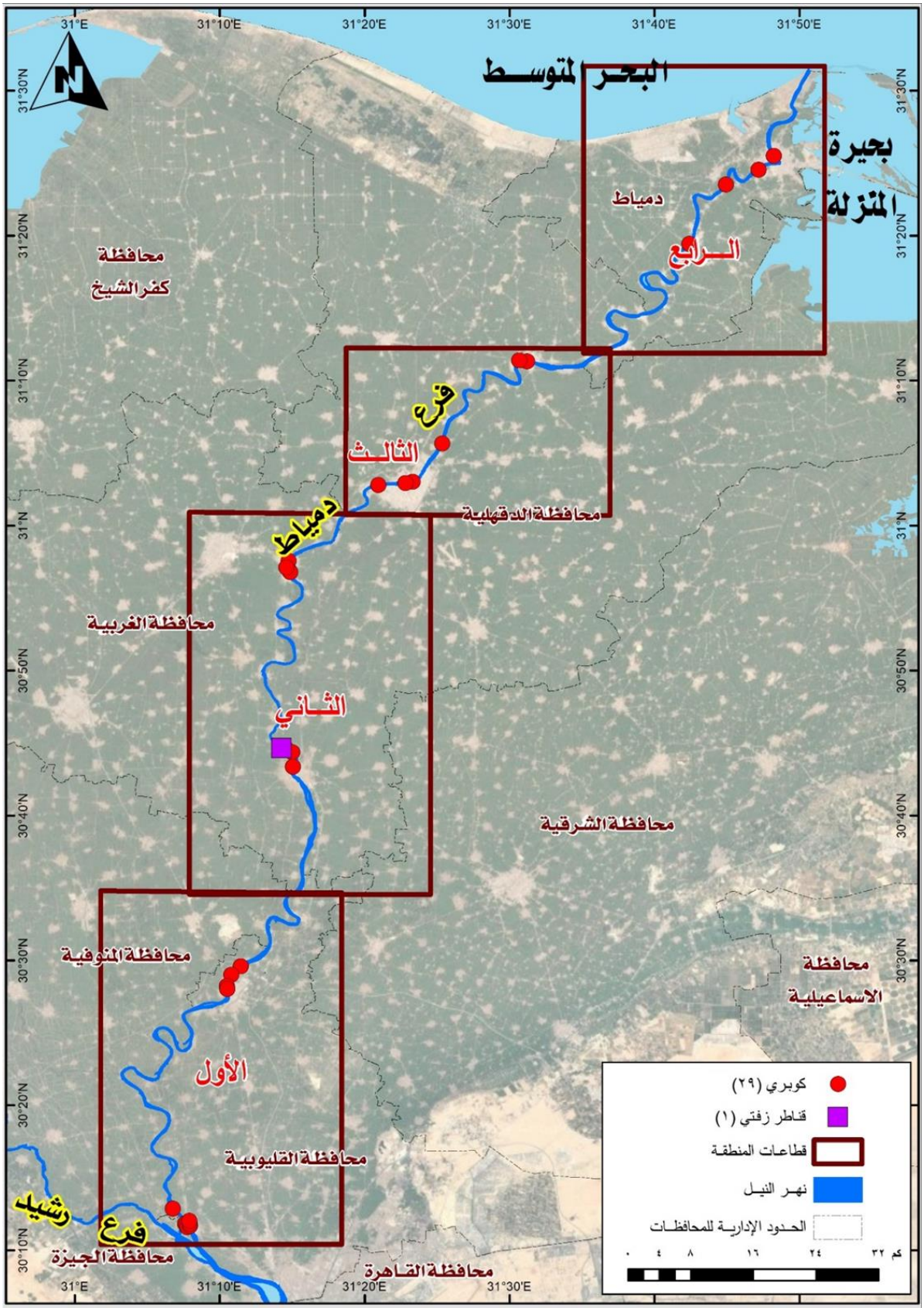
٢- المنشآت الهندسية:

تُعد التكسية الحجرية لجانبي أي مجري مائي بشكل عام من أشهر الوسائل المتبعة للحماية، حيث تُقام حتى مستوى السهل الفيضي المجاور للمجري وتميل باتجاهه، وتهدف إلى حماية جوانب المجري، خصوصًا في المناطق المقعرة من المنعطفات أو خلف السدود والقناطر او الكباري، للحد من عمليات النحت التي تعد السمة السائدة في هذا الوقت، ومع ذلك، فإن هذه الرؤوس الحجرية قد تشكل خطرًا كبيرًا على جانبي المجرى، حيث تؤدي إلى توليد دوامات مائية خلفها، مما يتسبب في نحت جانبي للضفاف، وقد اتضح من الدراسة تحليل صور الأقمار الصناعية أن هناك ٣٠ كوبري تربط بين جانبي فرع دمياط شكل (١٤)، وقد لوحظ هذا التأثير بوضوح في منطقة الدراسة، حيث تؤدي قوى النحت إلى تآكل بعض أجزاء الضفاف أسفل الحواجز، مما يؤدي إلى انهيار الحاجز وفشل التصميم في مقاومة القوى الهيدرولوجية صورة (٦) كما كشفت الدراسة الميدانية عن فشل التكسية الحجرية كوسيلة فعالة لحماية الجوانب من عمليات النحت والانهيار، حيث تتخللها المياه بفعل التموجات الناتجة عن سرعة التيار، مما يؤدي إلى تفككها وسقوطها.

صورة (٦) اعمال التكسية الحجرية على الجانب الشرقي لمجري فرع دمياط

٣- نوعية الغطاء الأرضي:

تؤثر نوعية الغطاء الأرضي (Land Cover) بشكل مباشر على مدي استقرار ضفاف مجري فرع دمياط من خلال عدة آليات يتضح من خلال تحليل خريطة استخدامات الأراضي لضفاف مجري فرع دمياط مدي تباين نوعية استخدامات الأرضي والتي تنحصر في عنصرين رئيسيين، فالغطاء النباتي الكثيف، مثل الأشجار والشجيرات، يقوم بدورًا حيويًا في تثبيت التربة على الضفاف، حيث تعمل الجذور على تماسك التربة ومنعها من الانجراف، وبالتالي، فإن المناطق التي تتمتع بتغطية نباتية جيدة تكون أقل عرضة للتعرية والانهيال مقارنة بالمناطق التي تعاني من إزالة الغطاء النباتي لأغراض الزراعة أو البناء، هذا الإزالة تؤدي إلى ضعف التماسك بين مكونات التربة، ما يجعلها عرضة للتآكل تحت تأثير التيارات المائية.



المصدر: بالاعتماد على صورة القمر الصناعي **Sentinel-2** بدقة وضوح ١٠متر.

شكل (١٤) توزيع الكباري والمنشأت لهندسية على مجري فرع دمياط.

أما الأراضي الزراعية فعلى الرغم من أهميتها الاقتصادية، إلا أن ممارسات الزراعة المكثفة، خصوصًا تلك التي تتضمن إزالة الغطاء النباتي الطبيعي واستبداله بمحاصيل أقل مقاومة للتعرية، تؤدي إلى زيادة تعرية التربة وفقدان استقرار الضفاف، كما أن أنظمة الري السطحي في هذه المناطق قد تتسبب في تشبع التربة بالمياه، مما يزيد من احتمال انهيال الضفاف، ويتضح من تحليل شكل (١٥) و (١٦) وجدول (١٣) ان هناك تنوع في الغطاء الأرضي على جانبي مجري فرع دمياط وينحصر تنوع الغطاء الأرضي في خمسة انماط هي:

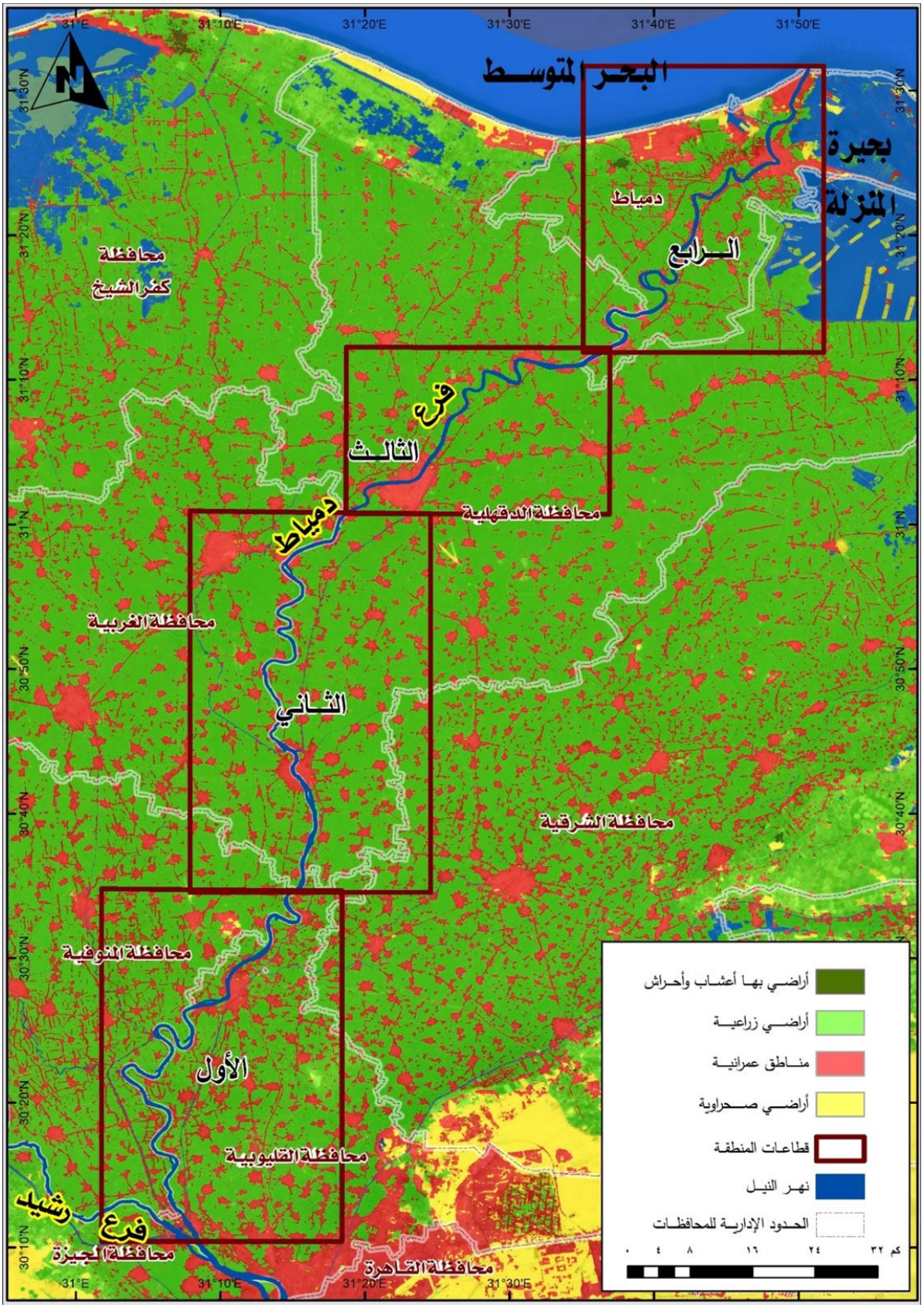
- **المناطق العمرانية:** يحتوي الجانب الشرقي على ٢١٤ موقعًا بمساحة ١٣.٢٥كم^{٢} مقارنة بـ ٢٤٦ موقعًا بمساحة ١١.٠٣كم^{٢} في الجانب الغربي، وعلى الرغم من أن الجانب الغربي يحتوي على عدد أكبر من المواقع العمرانية، إلا أن المساحة التي تغطيها هذه المناطق في الجانب الشرقي أكبر، مما قد يشير إلى أن المناطق العمرانية في الجانب الأيمن أكثر كثافة أو اتساعًا، وعليه يؤدي التحضر المكثف وبناء المنشآت على حواف مجري فرع دمياط إلى تفاقم مشكلة استقرار الضفاف، حيث تتسبب عمليات البناء في تقليل قدرة الأرض على امتصاص مياه الأمطار، ما يزيد من الجريان السطحي ويعزز قوى النحت على الضفاف، كما أن زيادة التدفق المائي بسبب الأنشطة العمرانية غير المنظمة قد تتسبب في اضطراب الجريان داخل المجاري، مما يزيد من احتمالات حدوث تقويض سفلي للضفاف نتيجة النحت الجانبي، وقد شغلت الاستخدامات العمرانية الجزء المتبقي نحو ٤٥.٣٪.

جدول (١٣) اعداد المواقع ومساحات الغطاء الأرضي في جانبي مجري فرع دمياط

الغطاء الأرضي	الجانب الأيمن		الجانب الأيسر		اجمالي		%	
	عدد المواقع	المساحة كم^{٢}	عدد المواقع	المساحة كم^{٢}	عدد المواقع	المساحة	العدد	المساحة
مناطق عمرانية	٢١٤	١٣.٢٥	٢٤٦	١١.٠٣	٤٦٠	٢٤.٢٨	٣١.٨	٤٥.٢
اراضي زراعية	٢٤٢	١٤.٠٧	٢٧٢	١٣.٩١	٥١٤	٢٧.٩٨	٣٥.٥	٥٢.١
أراضي بها أعشاب وأحراش	١٩٨	٠.٥٩	٢٤٧	٠.٨٠	٤٤٥	١.٣٩	٣٠.٧	٢.٦
أراضي صحراوية /الأراضي العارية	١٤	٠.٠٢	١٥	٠.٠١	٢٩	٠.٠٣	٢.٠	٠.١
الإجمالي	٦٦٨	٢٧.٩٣	٧٨٠	٢٥.٧٥	١٤٤٨	٥٣.٦٨	١٠٠	١٠٠

المصدر: بالاعتماد على تحليل صور الأقمار الصناعية **Sentinel-2** بدقة ١٠ متر.

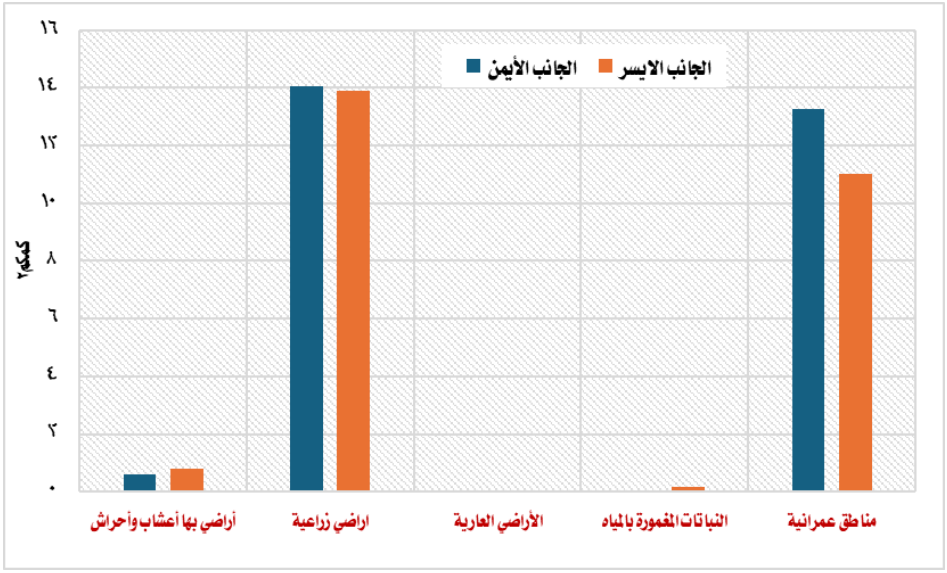
- **الأراضي الزراعية:** يُلاحظ تقارب بين الجانبين من حيث عدد المواقع والمساحة، يحتوي الجانب الشرقي على ٢٤٢ موقعًا بمساحة ١٤.٠٧كم^{٢}، بينما الجانب الغربي ٢٧٢ موقعًا بمساحة ١٣.٩١كم^{٢} رغم أن عدد المواقع في الجانب الغربي أكبر، إلا أن المساحة التي تغطيها الأراضي الزراعية في الجانب الشرقي أكبر بقليل، ما يعني أن مسطحات القطع الزراعية في الجانب الشرقي أكبر من نظيراتها في الجانب الغربي.



المصدر: تحليل صور الأقمار الصناعية **Sentinel-2** بدقة ١٠ متر

شكل (١٥) خريطة نوعية الغطاء الأرضي Land Cover على جانبي مجري فرع دمياط

- **أراضي بها أعشاب وأحراش:** يتفوق الجانب الغربي على الشرقي من حيث عدد المواقع ٢٤٧ مقابل ١٩٨ والمساحة التي يغطيها هذا النوع من الغطاء الأرضي بلغت ٠.٨٠كم^{٢} في الجانب الغربي مقارنة بـ ٠.٥٩كم^{٢} في الجانب الشرقي أي أن الأراضي العشبية والأحراش أكثر انتشارًا في الجانب الغربي.



المصدر: بالاعتماد على جدول (١٧).

شكل (١٦) التوزيع الجغرافي لمساحات الغطاء الأراضي على جانبي مجري فرع دمياط

- **أراضي صحراوية /الأراضي العارية:** يحتوي كل من الجانبين على عدد متقارب من المواقع ١٤ في الجانب الشرقي و١٥ في الجانب الغربي، لكن المساحة التي تغطيها هذه الأراضي تبلغ ٠.٠٢كم^{٢} في الجانب الشرقي و٠.٠١كم^{٢} في الجانب الغربي، مما يشير إلى أن هذه الأراضي ليس لها تأثير كبير في الغطاء الأرضي الإجمالي.

أخيرًا، بالنظر إلى **الإجمالي**، نجد أن الجانب الغربي يحتوي على عدد أكبر من المواقع بشكل عام ٧٨٠ مقابل ٦٦٨ في الجانب الشرقي، ولكن الجانب الشرقي يتميز بمساحة إجمالية أكبر ٢٧.٩٣ كم^{٢} مقابل ٢٥.٧٥ كم^{٢} في الجانب الغربي، هذا يشير إلى أن المواقع في الجانب الشرقي قد تكون أكبر حجمًا أو أكثر تركزًا من تلك الموجودة في الجانب الغربي، ما يمكننا استنتاج أن الجانب الشرقي يتميز بمسطحات أكبر من الأراضي الزراعية والمناطق العمرانية، بينما يهيمن الجانب الغربي على النباتات المغمورة بالمياه ويحتوي على عدد أكبر من المواقع العشبية والأحراش.

٤- التوسع البشري علي حساب المجري:

يقوم السكان في بعض المناطق بالبناء مباشرة على حدود مجرى فرع دمياط، إضافة إلى ردم أجزاء من المسطحات المائية للمجرى والبناء فوقها ومما يثير الدهشة أن عملية الردم لا تتوقف بعد إتمام البناء، بل تستمر حتى يضيف المعتدي مساحة جديدة من الأرض حول المبنى، او الارض وتتم عملية الردم بوضع قوائم خشبية ومجموعات من البوص داخل المجرى لفصل جزء من المسطح

المائي، ثم يتم ملئ هذه المساحة تدريجياً، مما يشكل امتدادًا يابسًا يتوغل داخل المجرى المائي، كما أن بعض الجهات، مثل بعض الوحدات المحلية، تساهم في غرس خوازيق داخل المجرى لإنشاء مراسي سياحية أو موانئ للصيد.

وتترتب على هذه التعديات البشرية، المتمثلة في المشروعات العمرانية، آثار سلبية على مورفولوجية مجرى فرع دمياط ويتمثل التأثير الأساسي في شكلين: أولاً، المنشآت التي تُشرف مباشرة على مياه المجرى تسبب عدم انتظام جوانب المجرى، مما يزيد من الاحتكاك بين المياه والجوانب، ويؤدي إلى اضطراب في جريان المياه وسرعتها، هذا الاضطراب يؤدي إلى تكوين دوامات مائية تؤثر على توازن النهر، مما يساهم في ضيق المجرى المائي، وزيادة سرعة المياه في وسط المجرى، وبالتالي احتمال تعزيز عملية النحت الرأسي.

ثالثاً: التغيرات الجيومورفولوجية الزمنية لجانبي مجري فرع دمياط الفترة ١٩٦٧م-٢٠٢٤م:

١- اتساع/عرض المجري:

يتسم تباين عرض المجرى فرع دمياط بسمات مميزة ترتبط بالخصائص المورفولوجية لهذه المنطقة من الدلتا المصرية حيث يتميز المجرى في هذه المنطقة بانحدار طفيف يسهم في تباين معدلات عرضه، إضافة إلى ضعف مقاومة مكونات الضفاف أمام قوة التيار المائي، وهذا التباين يؤدي لاختلاف العمليات الجيومورفولوجية التي تحدث في الضفاف المقعرة والمحدبة، مما ينتج عنه تغيرات في عرض المجرى، وتوضح البيانات والأبعاد المدروسة وجود تباين كبير في عرض المجرى حيث تم توظيف أداة Create Fishnet للحصول علي مجموعة من القطاعات التي تقيس متوسط عرض مجري فرع دمياط، وقد أظهرت دراسة القطاعات العرضية المأخوذة على مسافات منتظمة كل ١٥٠متراً باستخدام أداة Create Fishnet لعدد ٩٥٩ قطاع وجود ارتباط طردي ضعيف بلغت قيمته ٠.٠٠٣٧٦ بما يعكس اختلاف معدلات النحت بناءً على التكوينات الجيولوجية المختلفة علي طول مسار مجري نهر النيل.

يتضح من تحليل جدول (١٤) وجود تفاوت في متوسط القطاعات العرضية لمجري فرع دمياط وهناك علاقة وطيدة بطبيعة الجريان ونوعية المواد التي تتكون منها رواسب جانبي المجري، حيث جاء القطاع الثالث في المرتبة الأولي من حيث متوسط العرض الذي بلغ ٥٣٢.٨ متراً، بينما جاء القطاع الثاني في المرتبة الأخيرة بمتوسط عرض ٢٥٩.٥ متراً، ويمكن ارجاع اتساع المجري في بعض اجزاءه الي لجوء النهر الي النحت الجانبي لتوسيع مجراه، وقد قام الانسان كعامل جيومورفولوجي في التأثير علي ذلك من خلال اعمال التكسية بالحجارة لجوانب المجري في بعض المناطق للحد من عملية النحت الجانبي له بشكل تقريبي، بينما يمكن ارجاع ضيق المجري في بعضه الاخر الي التحام بعض الجزر مع الضفاف.

جدول (١٤) متوسط عرض مجري فرع دمياط على طول مساره خلال الفترة ١٩٦٧ – ٢٠٢٥م

القطاع	العام	عدد الخطوط العرضية	اجمالي طول القطاعات "كم"	متوسط اتساع عرض المجري متر"	معدل التغير
الأول	١٩٦٧	٤٤٥	١٨٨.٧	٤٢٤.١	٥٢.١
	٢٠٢٤	٤٤٥	١٦٥.٥	٣٧٢	
الثاني	١٩٦٧	٤٨٣	١٤٣.٥	٢٩٧.٣	٥٢.١
	٢٠٢٤	٤٨٣	١٢٥.٣	٢٥٩.٥	
الثالث	١٩٦٧	٢٠٦	١١٩.٨	٥٨١.٨	٤٩
	٢٠٢٤	٢٠٦	١٠٩.٧	٥٣٢.٨	
الرابع	١٩٦٧	٣٥٧	١٥٩.٨	٤٤٧.٦	٢٥.٢
	٢٠٢٤	٣٥٦	١٥٠.٣	٤٢٢.٤	

المصدر: بالاعتماد على البيانات الرقمية **Corona** و**Sentenal2** سنوات ١٩٦٧م و٢٠٢٤م

٢- طول المجري:

يتضح من تحليل جدول (١٥) مدي التغيرات في طول المجري الرئيسي لفرع دمياط علي طول قطاعاته حيث سجل اجمالي طول الجانب الشرقي للمجري عام ١٩٦٧م نحو ٢٥٢.١كم بينما في عام ٢٠٢٤م بلغ طول المجري ذاته نحو ٢٨٦.٦كم بفارق إيجابي بفعل عمليات الارساب حيث بلغ الطول المكتسب ٣٤.٥كم يشير الي اكتساب المجري بعض الضفاف الجديدة في الجانب الشرقي أثرت علي طوله بشكل عام، وقد جاء القطاع الاولي في المرتبة الأولي من حيث مقدار التغير المكتسب حيث بلغ ١١.١كم بعكس القطاع الرابع الذي جاء في المرتبة الأخيرة حيث اكتسب فقط ٤.٨كم، بينما سجل اجمالي طول الجانب الغربي للمجري عام ١٩٦٧ نحو ٢٦٨.١كم بينما في عام ٢٠٢٤م بلغ طول المجري ذاته نحو ٢٨٢.٨كم بفارق ١٤.٧كم، وقد جاء القطاع الاول في المرتبة الأولي من حيث مقدار التغير السلبي المفقود بفعل اعمال النحت حيث بلغ ١١.١كم بعكس القطاع الثالث الذي جاء في المرتبة الأخيرة حيث بمعدل فاقد بلغ ٢كم.

ويمكن ارجاع بعض أسباب تغيرات مجري فرع دمياط الي اعمال الارساب بفعل بطئ الجريان في بعض قطاعاته مما يسبب ترسيب للحمولة العالقة في المياه من الرواسب والمفتتات علي قاع المجري او جوانبه او وجود بعض النباتات التي تعيق الجريان او بفعل التحام بعض الجزر بضفاف المجري، ويمكن من خلال تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) ملاحظة وجود تفاوت طبوغرافي بين قطاعات المنطقة المختلفة، حيث يختلف ارتفاع سطح الدلتا بشكل عام من الجنوب إلى الشمال، هذا الانحدار التدريجي يؤدي إلى تباطؤ في سرعة الجريان في المجري، خاصة في المناطق ذات الانحدار الأقل مثل القطاع الرابع، حيث يتراوح ارتفاعه بين ١ و١٥ مترًا فقط. البطء في الجريان

ينتج عنه انخفاض قدرة المياه على حمل الرواسب، مما يؤدي إلى حدوث عملية ترسيب للمواد العالقة في هذه المناطق، خاصة عند الانحدارات البسيطة، وذلك على العكس في القطاعات ذات الانحدار الأعلى، مثل القطاع الثالث حيث يصل أقصى ارتفاع إلى ٦٤ مترًا، تكون سرعة الجريان أكبر نسبيًا، مما يقلل من عمليات الارساب ويزيد من معدلات النحت وعليه يمكن تفسير نشأة العديد من الجزر القريبة من الضفاف في المناطق ذات الانحدار البسيط، حيث تتجمع الرواسب نتيجة البطء في التيار، ثم تلتحم الجزر بالضفاف مع مرور الوقت، مما يغير مورفولوجية المجرى بشكل تدريجي.

جدول (١٥) متوسط طول مجري فرع دمياط على طول مساره خلال الفترة ١٩٦٧ – ٢٠٢٤م

القطاع	العام	الجانب الشرقي كم)	مقدار التغير	الجانب الغربي كم)	مقدار التغير
الأول	١٩٦٧	٧٧.٧	١١.١	٨١.٢	١١.٧-
	٢٠٢٤	٨٨.٨		٩٢.٨	
الثاني	١٩٦٧	٦٤.٠	١٥.٠	٦٩.٠	٣.٨-
	٢٠٢٤	٧٨.٩		٧٢.٨	
الثالث	١٩٦٧	٤٦.٨	٣.٧	٤٧.٣	٢.٠-
	٢٠٢٤	٥٠.٥		٤٩.٢	
الرابع	١٩٦٧	٦٣.٧	٤.٨	٧٠.٧	٢.٨
	٢٠٢٤	٦٨.٤		٦٧.٩	

المصدر: بالاعتماد على البيانات الرقمية **Corona** و**Sentenal2** سنوات ١٩٦٧م و٢٠٢٤م.

٣- عمق المجري:

يتضح من تحليل جدول (١٦) وشكل (١٧) مدي تباين عمق المجري بشكل عام حيث يصل الي عمق ١٨م امام مدينة "دمياط"، كما يلاحظ مدي ارتباط المناطق العميقة من المجري بالتقوسات المقعرة من الانعطافات النهرية بفعل اعمال النحت المستمرة بفعل التيار المائي، كما يلاحظ زيادة معدلات الارساب في المناطق المحدبة، كما اتضح ان هناك علاقة عكسية بين كل من إمكانية ظهور جزر بفعل الإرسابات وعمق المجري المائي في هذه الأجزاء فالأماكن الضحلة تعتبر مناطق نمو للجزر النهرية حال تصادف وجودها في منطقة ارساب، وقد اتضح من خلال تحليل بيانات العمق الهيدرولوجي لجوانب وخط منتصف مجري فرع دمياط مدي تفاوت مستويات العمق من قطاع الي أخر وذلك علي النحو التالي :

- **القطاع الأول:** شهد تغيرًا كبيرًا في العمق الأقصى حيث بلغ -٢١.٧ مترًا في ٢٠٢٤م بعد أن كان١٠- مترًا في ٢٠٠٧م، مما يعكس زيادة كبيرة في العمق بمقدار ١١.٧ متر، هذا التغير الكبير قد يشير إلى حدوث عمليات جيومورفولوجية واسعة النطاق، مثل انزلاقات أرضية أو تأثيرات الفيضانات الهائلة التي أدت إلى تعميق هذه المنطقة بشكل ملحوظ، ويُعتبر هذا النوع

من التغيرات بمثابة دليل على تأثيرات غير مستقرة في الأرض، قد تكون ناتجة عن تأثيرات بيئية شديدة أو مشاريع بشرية كبرى.

- **القطاع الثاني:** شهد تغيرًا أكبر في الأعماق. فقد تزايد العمق الأقصى بمقدار −٣.٨ متر، مما يعكس تعميقًا كبيرًا في هذه المنطقة، ويُحتمل أن يكون هذا نتيجة لتأثير التعرية المائية أو الفيضانات المتكررة التي ساهمت في تعميق التربة والأراضي، أيضًا، تزايد العمق الأدنى بمقدار −٣.٨ متر، مما يعكس تأثيرات بيئية قد تؤثر على طبوغرافية المنطقة.

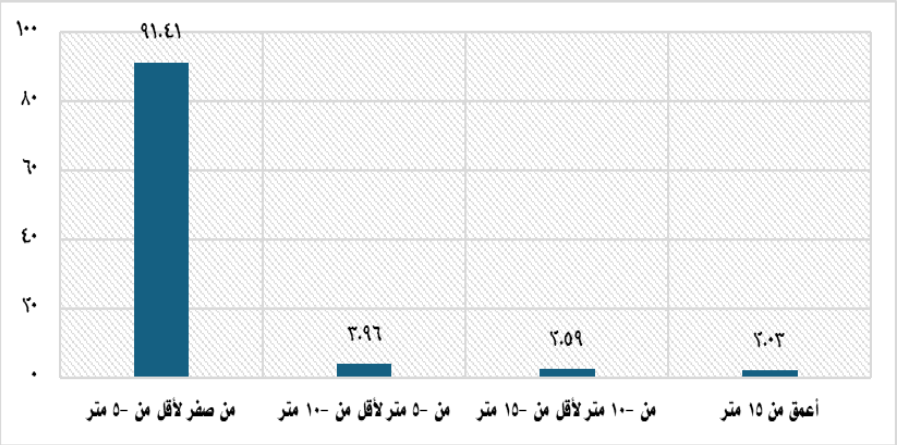
جدول (١٦) معدل العمق على طول مجري فرع دمياط خلال الفترة ٢٠٠٧ – ٢٠٢٤م

القطاع	العام	أقصي عمق(م)	أدني عمق(م)
الأول	٢٠٠٧	−١٠	−٠.٥
	٢٠٢٤	−٢١.٧	−١٢.٢
الثاني	٢٠٠٧	−١٣	−٠.٥
	٢٠٢٤	−١٦.٨	−٤.٣
الثالث	٢٠٠٧	−١٤	−٠.٥
	٢٠٢٤	−١٦	−٢.٥
الرابع	٢٠٠٧	−٢٠	−٠.٥
	٢٠٢٤	−١٧.٢	−٢.٣

المصدر: بالاعتماد على البيانات الرقمية **Corona** و**Sentenal2** سنوات ٢٠٠٧م ٢٠٢٤م

- **القطاع الثالث:** تزايدت السلبية في العمق الأقصى حيث أصبح العمق الأقصى في ٢٠٢٤م – ١٦ مترًا بعد أن كان −١٤ مترًا في ٢٠٠٧م، مما يعكس تغيرًا بمقدار −٢ متر، هذه الزيادة السلبية قد تكون نتيجة لتأثير عمليات التجريف أو التعرية التي أدت إلى تعميق الأرض بشكل مستمر في هذه المنطقة، كما أن العمق الأدنى شهد زيادة بمقدار −٢ متر، مما يدل على حدوث عمليات تغييرات جيومورفولوجية في الطبقات السطحية التي قد تكون ناتجة عن الأمطار الغزيرة أو النشاط البشري في المنطقة ،والتي يمكن ارجاعها الي عمليات التجريف المستمرة بفعل الانسان والأنشطة التنموية، سواء لأغراض ملاحية أو لتحسين تدفق المياه، والتي يمكنا اعتبارها السبب الرئيسي في تعميق قاع المجرى، حيث يتم إزالة الرواسب والمواد المترسبة من القاع بشكل مستمر اضافه الي تسارع تدفق المياه والتغيرات الموسمية في كمية ونمط الجريان التي تسهم في زيادة معدلات نحت القاع وزيادة عمقه، بالإضافة إلى التغيرات المورفولوجية التي تؤثر على استقرار القاع وعمقه.
- **القطاع الرابع:** يُلاحظ أن العمق الأقصى لمياه مجري فرع دمياط بلغ عام ٢٠٠٧م نحو −٢٠ مترًا، بينما في عام ٢٠٢٤م بلغ −١٧.٢ مترًا، مما يعكس انخفاضاً في العمق بمقدار ٢.٨ متر، هذه التغيرات قد تكون نتيجة لتحسينات بيئية أو عمليات حفر سطحية أدت إلى تعميق بعض المناطق، مثل مشاريع الحفر أو التجريف كما شهد العمق الأدنى في هذا القطاع انخفاضاً

بمقدار -١.٨ متر، ما قد يشير إلى حدوث عمليات تجريف أو تراكم رسوبيات قد أدت إلى تقليص العمق في بعض المناطق.



المصدر: تحليل صورة القمر الصناعي **Rapid Eye** بدقة ٣ متر وخرائط الأعماق مقياس١/٥.٠٠٠، معهد بحوث نهر النيل.

شكل (١٧) التوزيع النسبي للحيز المساحي لمناسيب أعماق مجري فرع دمياط

٤- سرعة المياه:

تعتبر سرعة المياه في فرع دمياط أحد العناصر الديناميكية المسئولة عن نحت القاع حيث تتفاوت درجات النحت والترسيب لقاع المجري المائي وفقاً لسرعة جريان المياه التي تعتمد في المقام الاول علي انحدار سطح القاع وعمق المجري فكلما زاد عمق المجري وانحدار سطح القاع زادت سرعة الجريان او ما يطلق عليه التيار المائي الا ان خشونة القاع تعمل على خفض السرعة من خلال ما تسببه من مقاومة سطحية **(حسن سلامة، ٢٠٠٤م، ص:٢١٨)**.

تؤثر عملية ترسيب المواد التي تحملها المياه مثل الرواسب والطمي بشكل تدريجي على شكل المجرى النهري وتطوره بمرور الزمن، حيث تتآكل أجزاء من ضفافه بينما تتراكم الرواسب في أجزاء أخرى، مما يؤدي إلى تشكل انحناءات أو تغيرات في مسار النهر (Davies & Tinkler, 1984)، حيث يلاحظ مدي تغير شكل مجري فرع دمياط في بعض قطاعاته خلال ١١٠ عاماً، في العديد من المناطق بفعل العديد من العوامل، ومن خلال تطبيق معادلة (Manning, R., 1889, p.19-41) لحساب سرعة الجريان في مجرى فرع دمياط مع الأخذ في الاعتبار الانحدار العام للسطح وذلك علي النحو التالي:

$$v = \frac{1}{N} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

حيث:

V = سرعة الجريان (متر/ثانية).

n = معامل مانينغ (يتراوح من ٠.٠٢٥ إلى ٠.٠٣٥ للأنهار الطبيعية مثل فرع دمياط).

R = نصف القطر الهيدروليكي (متر)، وهو نسبة مساحة المقطع العرضي إلى المحيط المبتل.

S = الانحدار العام للسطح (بُعدي).

وتصل أقصى سرعة لجريان المياه في وسط المجرى تحت سطح الماء مباشرة، حيث تكون السرعة أعلى في هذه المنطقة ومع التوجه نحو القاع، تقل سرعة الجريان تدريجيًا حتى تصل إلى أدنى مستوى بالقرب من قاع المجرى، هذا وينطبق هذا الوضع على الأجزاء المستقيمة من المجاري المائية أما في الأجزاء المنعطفة، فتحدث أقصى سرعة للتيار المائي عند الجوانب المقعرة للمنعطفات النهرية، وفي منتصف بطن المنعطف المتجه نحو المصب بينما عند الجوانب المحدبة الداخلية، تنخفض سرعة الجريان تدريجيًا، مما يؤدي إلى بداية عمليات الإرساب النهري.

وعليه يتضح من تطبيق المعادلة أن سرعة الجريان في مجري فرع دمياط تتراوح ما بين ٠.٢٠متر/الثانية للمناطق الضحلة الاقل من متر واحد للعمق و١.٢متر/ثانية للمناطق التي يصل عمقها الي نحو ٢٠متر تقريباً، جدير بالذكر أن سرعة الجريان تبلغ اقصاها في وسط المجري المائي وتنخفض كلما اتجهنا الي جوانب المجري

رابعاً: تحديد مناطق النحت والإرساب على طول مجرى فرع دمياط:

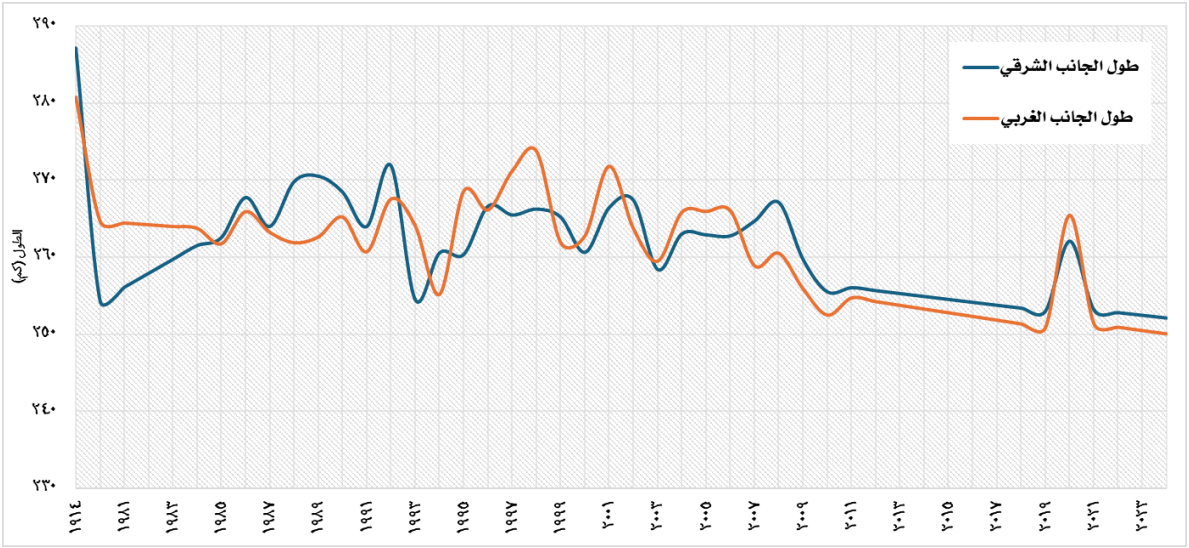
يمكن القول بان المجاري المائية تميل في مرحلة الشيخوخة الى النحت الجانبي اكثر من النحت الرأسي (تعميق المجرى) حيث هذا الأخير تحدده عوامل درجة الانحدار العام لسطح الارض وتكوينات التربة وجيولوجية المنطقة التي يشق خلالها مجراه، بالإضافة الى الارتفاع عن مستوى سطح البحر وعليه فإن العملية التي يقوم بها المجري المائي بانتقاله من عملية النحت الرأسي الى عملية النحت الجانبي لتوسيع مجراه وتكوين الثنيات النهرية أمراً طبيعياً من أجل المحافظة على حالة التوازن للنهر فيما بين قدرته على حمل المفتتات التي تعتمد على سرعة التيار في المجرى المائي والتي تعتمد على درجة الانحدار العام للسطح، بالإضافة الى ان مجري فرع دمياط يجري في اراضي مستوية رسوبية قليلة الانحدار يقدر بنحو ١/٢٠٠ مما يؤدي الى زيادة معدلات الإرساب على قاع المجرى النهري بما يعمل علي تهيئة الفرصة لحجز المفتتات وترسيبها في داخل مجرى الفرع نفسه يتزامن ذلك مع قلة كميات التصريف النهري ومن ثم تباطؤ الجريان.

ويتضح من خلال تحليل البيانات المتاحة من الخرائط وصور أقمار صناعية خلال الفترة ١٩١٤م وحتى ٢٠٢٥م ان كل من جانبي المجري قد تعرض للعديد من التغيرات الجيومورفولوجية نتيجة منطقية لتباين عمليات النحت والإرساب على كل من الجانبين ولاسيما مع التباين الزمكاني لمواقع النحت والإرساب طوال هذه الفترة وعليه، فقد تم اكتساب بعض الأراضي الجديدة بفعل عمليات

الارساب وعمليات التحام بعض الجزر توازيها عمليات فقد بفعل اعمال النحت، وفيما يلي عرض لأهم هذه التغيرات:

١- تغير أطوال الضفاف المعرضة للنحت والإرساب:

يتضح من تحليل شكل (١٨) مدي تغير أطوال الجانب الشرقي والغربي من فرع دمياط حيث بلغ طول الجانب الشرقي عام ١٩١٤م نحو ٢٨٦.٦كم بينما طول الجانب الغربي ٣٣٨.٦كم وانخفضت هذه الابعاد لكلا الجانبين في عام ٢٠٢٥م لتسجل ٢٦٢كم للجانب الشرقي و٢٦٥.٣كم للجانب الغربي بمعدل فاقد بلغ ٢٤.٦كم للجانب الشرقي و٧٣.٣كم للجانب الغربي. وفى محاولة للمقارنة بين أطوال كل من جانبي المجري والتي تظهر على خرائط ١٩١٤م بنظيراتها من صور الأقمار الصناعية عام ٢٠٢٥م جدول (١٧) للتعرف على ملامح التغير التي طرأت على جانبي المجري، حيث بلغ اجمالي كل من جانبي المجرى عام ١٩١٤م نحو ٦٢٥.٢كم، في حين بلغت عام ١٩٦٧م نحو ٥١٧.٤كم بفارق بلغ ٩٧.٢كم، وفي بداية عام ٢٠٢٥م بلغ اجمالي طول الجانبين ٥٢٧.٣كم بزيادة قدرها ١٠.١كم تقريباً وترجع هذه الزيادة الي التحام العديد من الجزر بجانبي المجري، كما سجلت أطوال كل من الجانب الشرقي والغربي لمجرى فرع دمياط زيادة ملحوظة في طول الجانب الغربي مقارنة بالجانب الشرقي خلال الفترة بين عامي ١٩١٤ و٢٠٢٥م، حيث بلغ الفارق في طول الجانب الغربي ٥١.٩ كم في عام ١٩١٤م، ثم تقلص لـ١٥.٣ كم في عام ١٩٦٧م، ليصل إلى ٣.٢٦ كم فقط في عام ٢٠٢٥م.



المصدر: الخرائط الطبوغرافية وارشيف صور الأقمار الصناعية للفترة ١٩١٤م – ٢٠٢٥م

شكل (١٨) معدلات تغير الجانب الشرقي والغربي لفرع دمياط الفترة ١٩١٤م – ٢٠٢٥م

٢- معدل إزاحة جوانب المجري:

تسهم دراسة تحركات جوانب المجرى بقطاع الدراسة في تحديد معدل الزيادة والنقصان في الفترات الزمنية المختلفة، جدول (١٧) حيث قام (Wallick G.R.et al, 2006) بحساب معدل التراجع السنوي لتقدير مدى استقرار الضفاف باستخدام نموذج رياضي لتقدير الهجرة الجانبية لنهر Willamette بولاية Oregon بأمريكا، حيث قام بحساب مسافة التراجع عند كل صفة من العلاقة:

$$ARD = 2A/P$$

حيث إن (ARD) هي متوسط مسافة التراجع بينما A = مساحة التراجع وP = المحيط، بعد ذلك يتم حساب معدل التراجع السنوي من العلاقة LMR = ARD/T، حيث LMR هي معدل الهجرة الجانبية للنهر بينما T هي الفترة الزمنية، ولقد قام (**إبراهيم حسن، ٢٠١٤، ص ٢٦٦**) بعمل نموذج رياضي آخر لحساب معدل التراجع السنوي من العلاقة، حيث يتم حساب ما يلي:

- طول الضفة المتراجعة من العلاقة (P/2) = BEL.
- يتم حساب متوسط مسافة التراجع من خلال العلاقة (A/BEL) = BEW.
- يتم حساب معدل التراجع السنوي (BEW/T) = BER.

جدول (١٧) معدلات التراجع لجانبي مجري فرع دمياط الفترة ١٩١٤م – ٢٠٢٥م

الجانب	الفترة الزمنية	طول الضفة المتراجعة	متوسط مسافة التراجع	معدل التراجع السنوي
الشرقي	من ١٩١٤ إلى ١٩٦٧	١٤٣.٣١	٢.٠	٠.٠٣٧٧ كم/سنة
	من ١٩٦٧ إلى ٢٠٢٥	١٢٥.٥١	٢.٠	٠.٠٣٤٥ كم/سنة
الغربي	من ١٩١٤ إلى ١٩٦٧	١٦٩.٢٨	٢.٠	٠.٠٣٧٧ كم/سنة
	من ١٩٦٧ إلى ٢٠٢٥	١٣٣.٢٠	٢.٠	٠.٠٣٤٥ كم/سنة

المصدر: نتائج تحليل البيانات الرقمية للخرائط وصور الاقمار الصناعية الفترة ١٩١٤م -٢٠٢٥م.

حيث إن: B هي الجانب بينما E النحت وW العرض وR المعدل، ومن نتائج تطبيق المؤشرات يتضح:

- **الجانب الغربي:** من ١٩١٤م إلى ١٩٦٧م، بلغ طول الضفة المتراجعة (BEL) ١٦٩.٢٨كم، مع معدل سنوي (BER) بلغ ٠.٠٣٣٧٧كم/سنة وهذا يشير إلى انخفاض مستمر في الجوانب على مدار تلك الفترة الزمنية، بينما من عام ١٩٦٧م إلى ٢٠٢٥م بلغ طول الضفة المتراجعة (BEL) انخفض إلى ١٣٣.٢٠كم، مع انخفاض طفيف في معدل التراجع السنوي (BER) إلى ٠.٠٣٤٥كم/سنة، مما يدل على أن التراجع أصبح أقل بكثير في هذه الفترة، وعليه يعتبر الجانب الغربي أطول من الشرقي.
- **الجانب الشرقي:** من ١٩١٤م إلى ١٩٦٧م، كان طول الضفة المتراجعة (BEL)١٤٣.٣١كم، مع معدل التراجع السنوي (BER) البالغ٠.٠٣٣٧٧كم/سنة، وهو مشابه للجانب الغربي في هذه الفترة، بينما من عام ١٩٦٧م إلى ٢٠٢٥م بلغ طول الضفة المتراجعة (BEL) انخفض إلى

١٢٥.٥١كم، مع انخفاض مشابه في معدل التراجع السنوي (BER) إلى ٠.٠٣٤٥كم/سنة، مما يشير إلى أن التراجع كان أقل بشكل ملحوظ.

مما سبق يمكن القول إن هناك نوعاً من التوازن بين عمليات النحت على كلا الجانبين حيث بلغ اجمالي المفقود بالنحت في الجانب الشرقي نحو ٣.٤كم^{٢} بينما على الجانب الغربي بلغت مساحته ٣.١كم^{٢}، في حين بلغ اجمالي الارساب في الجانب الشرقي ١.٥كم^{٢} بينما على الجانب الغربي بلغت مساحته ١.٩كم^{٢} بما يدل على تفوق عمليات النحت عن مثيلاتها من عمليات الارساب الا انه ينبغي ان يوضع في الاعتبار ان المساحة الهائلة التي تضاف الي السهل الفيضي نتيجة انضمام بعض الجزر والحواجز الجانبية لم تلتحم بعد.

خامساً: تحليل التغيرات الزمكانية لطبوغرافية قاع فرع دمياط:

شهد مجري فرع دمياط تغييرات ملحوظة في طبوغرافية القاع بفعل عدة عوامل، أبرزها عمليات النحت والإرساب، والتوسع العمراني، والمشروعات الهندسية مثل بناء السدود والقناطر، بالإضافة إلى التغيرات المختلفة والتي تؤثر على معدلات التصريف المائي، وعليه تم اجراء تحليل ومقارنة ما بين طبوغرافية قاع المجري بين عامي ١٩٨٢م و٢٠٢٤م، في محاولة لرصد مواقع هذه التغيرات باستخدام البيانات الرقمية لصور الأقمار الصناعية، حيث تعد عملية رسم "خرائط الاعماق" مرحلة تستخدم تقنيات الاستشعار عن بُعد لتحليل المسطحات المائية، باستخدام بيانات صور الأقمار الصناعية Landsat 9، حيث يعتمد في إجراء تلك العملية على تحليل الانعكاسات الطيفية للأشعة الشمسية التي تخترق المياه وتنعكس مرة أخرى إلى الأقمار الصناعية وذلك في المياه الضحلة، حيث تكون الانعكاسات أقوى بسبب قلة الامتصاص الطيفي، بينما تقل في المياه العميقة بسبب زيادة الامتصاص وانتشار الضوء.

تم استخدم النطاق الطيفي (Blue Band) الذي يخترق المياه بعمق كبير، و(Green Band) الذي يعبر عن الأعماق المتوسطة، لتمييز الفروقات في العمق، كما تم استخدام تقنيات Regression Analysis أو Radiative Transfer Models، للربط بين بيانات الانعكاس الطيفي ببيانات الأعماق المُعايرة والتي تم الحصول عليها من خلال الخرائط القديمة لمناسيب القاع لمجري فرع دمياط عام ١٩٨٢م وبيانات نتائج تحليل صور الاقمار الصناعية لعام ٢٠٢٥م، كما اتضح من تحليل جدول (١٨) وشكل (١٩) وجود تغيرات في مساحة فئات الاعماق علي مستوي كامل مجري فرع دمياط يمكن عرضها كالتالي :

١) **المناطق الضحلة (منسوب أقل من ١٠ متر):** يلاحظ من خلال المقارنة ارتفاع المساحة في هذه الفئة من ٢١.٣٢ كم^{٢} إلى ٣١.٤١ كم^{٢} بنسبة زيادة بلغت ٤٧.٣٢٪، يشير إلى تراكم الرواسب في قاع النهر. هذا النموذج يعكس انخفاض سرعة التيار المائي في بعض المناطق، مما يتيح إرساب المواد العالقة مثل الطمي والرمال.

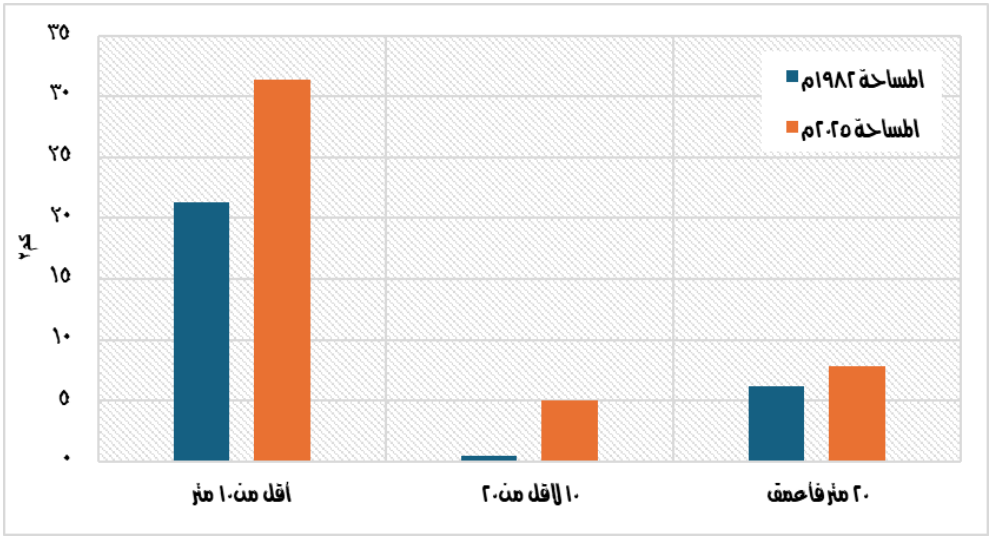
جدول (١٨) التغطية المساحية لفئات الاعماق لمجري فرع دمياط الفترة ١٩٨٢ – ٢٠٢٥م

فئة العمق	التغطية المساحية كم^{٢} عام ١٩٨٢م	التغطية المساحية كم^{٢} عام ٢٠٢٥م
أقل من ١٠ متر	٢١.٣٢	٣١.٤١
١٠ لأقل من ٢٠	٠.٥٢	٤.٩٩
٢٠ متر فأعمق	٦.٢٠	٧.٨١

المصدر: تحليل خرائط "معهد بحوث النيل" مقياس ١/٥٠٠٠٠ مسح عام ١٩٨٢م وتحليل صور القمر الصناعي **Rapid Eye**.

٢) **المناطق متوسطة العمق (١٠ إلى أقل من ٢٠ مترًا):** يمكن تفسير الزيادة الكبيرة في المساحة (من ٠.٥٢ كم^{٢} إلى ٤.٩٩ كم^{٢} بنسبة ٨٥٩.٦٢٪) نتيجة عمليات إرسابية تدفع المواد العالقة للتكدس في المناطق الأعمق قليلاً، هذا التغير يعزز فكرة أن المجرى يمر بمرحلة تطور ديناميكية تتسم بنقل الرواسب وإعادة توزيعها.

٣) **المناطق العميقة (٢٠ مترًا فأكثر):** التغير الطفيف في هذه الفئة في المساحة من ٦.٢٠كم^{٢} إلى ٧.٨١كم^{٢} (+٢٥.٩٧٪) يدل على أن المناطق العميقة أقل تأثرًا بالترسيب، مما يعزز فكرة أن المجرى الإرسابي يتركز في المناطق الضحلة والمتوسطة.



المصدر: بالاعتماد على جدول (١٨).

شكل (١٩) التغيرات المساحية الزمكانية لأعماق مجري فرع دمياط الفترة ١٩٨٢-٢٠٢٥م

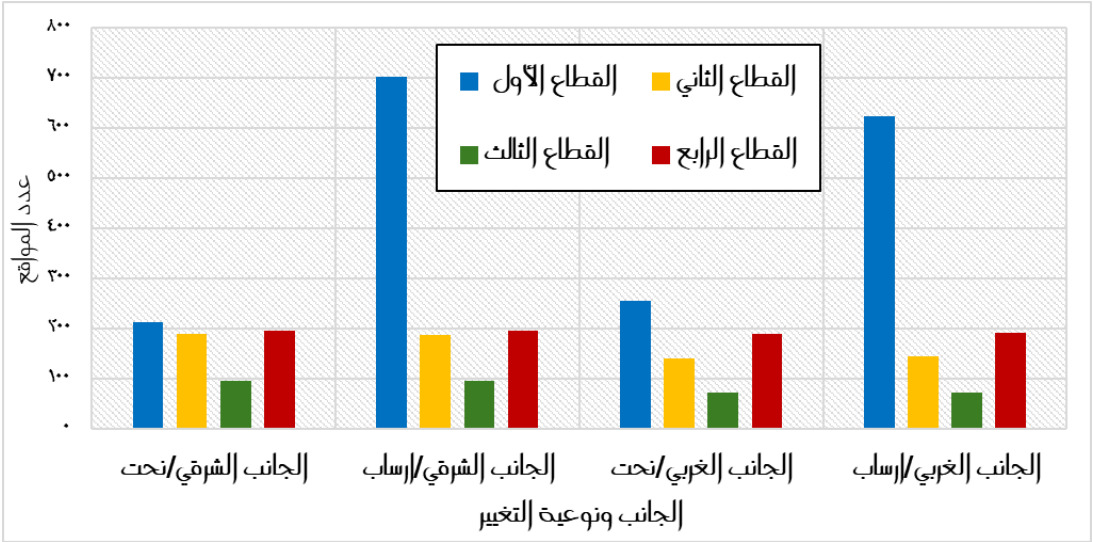
وعليه يلاحظ من دراسة نتائج معالجة الخرائط وصور الاقمار الصناعية متوسطة وعالية الدقة جدول (١٩)، ومن واقع تتبع مواقع التغيرات الجيومورفولوجية علي الجانبين الشرقي والغربي خلال ١١٠عاماً وتحديداً المناطق المتأثرة بالنحت والإرساب، وحساب حجم المناطق المتأثرة بالتغيرات سواء كانت ايجابية او سلبية عبر الاعتماد علي نموذج الارتفاعات الرقمي DEM، حيث بلغ اجمالي المساحة المفقودة بالنحت نحو ٦.٥٥٦كم^{٢} كان أغلبها في الجانب الشرقي بنسبة ٥٢.٤٪ بإجمالي عدد مواقع بلغ ٦٩٧موقعاً، بينما بلغ اجمالي المساحة التي تم ترسيبها نحو ٣.٤كم^{٢} كان اغلبها علي

الجانب الغربي من مجري فرع دمياط بنسبة ٥٥.٩٪ شكل (٢٠)، ومن خلال المقارنة بين معدلات النحت والإرساب يلاحظ ان هناك عدم اتزان بينهما وهناك حيز مفقود بلغت مساحته ٣.١٥كم٢ تم ترسيبه في خارج حدود منطقة الدراسة، وقد جاء **القطاع الأول** في المرتبة الاولي من حيث عدد القطاعات المعرضة للنحت ولكن الكم الذي تم نحته كان الأكبر حجماً في **القطاع الثاني** علي العكس في المناطق المعرضة للإرساب جاء **القطاع الاول** في المرتبة الاولي من حيث عدد المواقع ومساحة المسطحات التي تم اكتسابها جراء الارساب.

جدول (١٩) التوزيع الجغرافي للمناطق المتأثرة بالنحت والإرساب بمجري فرع دمياط خلال الفترة ١٩١٤ – ٢٠٢٥م.

القطاع	الجانب الشرقي				الجانب الغربي			
	النحت		الارساب		النحت		الارساب	
	المساحة/م٢	عدد المواقع	المساحة/م٢	عدد المواقع	المساحة/م٢	عدد المواقع	المساحة/م٢	عدد المواقع
الأول	٥٣٦٦٣١.٢	٢١٤	٨٩٧٣٠٧.٥	٧٠٣	٦٩٠٩٥٤.٣	٢٥٥	١٥٣٥٩٣٦.٢	٦٢٤
الثاني	٨٨٥٩١٠.٤	١٨٩	١٤٢٦٣١.١	١٨٧	١٠٩٣٢٢٠.٠	١٤١	١٥٥٢٢٣.٩	١٤٤
الثالث	٩٦١٩٨٦.٦	٩٧	٥٤٤١٢.٢	٩٦	٨٠٩٠٥٠.٧	٧٢	٣٠٨٠٨.٥	٧٣
الرابع	١٠٥١١٤٥.٩	١٩٧	٤١٠٦٢٦.٩	١٩٦	٥٢٦٩٧٣.٧	١٩٠	١٨٧٤١١.٧	١٩٢
الاجمالي	٣١٢٠١٩٨.٧	٦٥٨	١٩٠٩٣٨٠.٣	١٠٣٣	٣٤٣٥٦٧٤.١	٦٩٧	١٥٠٤٩٧٧.٧	١١٨٢

المصدر: بالاعتماد على تحليل التغيرات المكانية لمواقع النحت والإرساب لجانبي مجري نهر النيل وتحليل الخرائط وصور الاقمار الصناعية.



المصدر: بالاعتماد على بيانات جدول (٢٣).

شكل (٢٠) التوزيع النسبي لأعداد المواقع المتأثرة بالنحت والإرساب بمجري فرع دمياط خلال الفترة ١٩١٤ – ٢٠٢٥م.

المقترحات والتوصيات:

- النظر في مقترحات الإدارة المختصة في الصرار على إقامة بعض الأعمال الهندسية للتحكم في عملية النحت عبر إقامة التكسية الحجرية لحماية المناطق المتضررة من جانبي المجري، حيث ثبت فشلها عملياً مع الرؤوس الحجرية لكثرة سلبياتها.
- إعادة تأهيل المناطق المتضررة بعمل عتبات خرسانية لتقليل سرعة التيار وتقليل عملية النحت في بعض المواقع المتأثرة بالنحت في كلا الجانبين.
- إزالة النباتات الطافية من المجري لأنها تزيد من الفقد المائي بواسطة البخر.
- إجراء تقييم شامل للأنشطة البشرية وتأثيراتها الجيومورفولوجية على المجرى النهري كالكباري.
- إشراك الجهات المعنية في وضع استراتيجيات التنمية المستدامة بحيث يكون هناك توازن بين الاستخدامات الاقتصادية للمجرى وحمايته من التغيرات البيئية السلبية.
- توظيف صور الأقمار الصناعية وتحليل البيانات الزمنية عبر المنصات الرقمية GEE لرصد تغيرات المجاري المائية والتغيرات الطبوغرافية بدقة أعلى مما يساعد في اتخاذ التدابير الاحترازية لدرء الاخطار الناتجة عن ذلك.
- توظيف نماذج المحاكاة الرقمية لتحليل تأثير الأنشطة والمشروعات الانسانية على النظم النهرية، مما يساعد في تقييم الأثر البيئي قبل تنفيذ المشروعات الكبرى.
- تطوير نظم إنذار مبكر لرصد أي تغيرات مفاجئة في مجرى النهر أو مستوى المياه، مما يساهم في تقليل الأخطار المحتملة.

المراجع العربية والأجنبية:

١) **إبراهيم محمد علي بدوي (٢٠٠٣):** جيومورفولوجية مروحة وادي الجمال علي ساحل البحر الأحمر، مجلة مركز البحوث الجغرافية والكارتوجرافية، جامعة المنوفية.

٢) **إسلام سلامة مصطفى (٢٠٠٦):** دراسة مقارنة للأخطار الجيومورفولوجية في مجرى فرعي دمياط والرشيد، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، كلية الآداب، جامعة بنها.

٣) **السيد السيد الحسيني (١٩٥٥):** المنحنيات النهرية في نيل مصر العليا، مجلة معهد البحوث والدراسات العربية، سلسلة الدراسات الخاصة رقم (١٣)، العدد ١٦، القاهرة.

٤) ---------- **(١٩٩١):** نهر النيل في مصر، منحنياته وجزره – دراسة جيومورفولوجية، مركز النشر بجامعة القاهرة.

٥) **صابر أمين دسوقي (١٩٩٧):** بعض التغيرات المورفولوجية الحديثة في مجرى فرع رشيد، المجلة الجغرافية العربية، العدد ٢٩، الجمعية الجغرافية المصرية.

٦) **صلاح معروف عماشة (١٩٩٤):** التربة وتأثيرها على بعض أنماط الاستغلال البشرى فى محافظة دمياط، رسالة ماجستير غير منشورة كلية الآداب، قسم الجغرافيا، جامعة الزقازيق، فرع بنها.

٧) **فاتن عز الدين إبراهيم (١٩٨١):** جيومورفولوجية فرع دمياط، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية الآداب، جامعة القاهرة.

٨) **محمد مجدي تراب (١٩٩٠):** أثر بناء السد العالي على مورفولوجية فرع دمياط، ندوة محلية عن أثر تدخل الإنسان على طبيعة مجرى نهر النيل، القاهرة، ١٢-١٣ نوفمبر.

٩) **معهد بحوث النيل (٢٠٠٢):** دراسة النحر الموضعي حول دعامات كوبري دمياط العلوي، تقرير غير منشور، القناطر الخيرية.

١٠) **معهد بحوث الهيدروليكا (١٩٩٩):** مشروع تطوير فرع دمياط بتحويله إلى مجرى ملاحي، تقرير غير منشور، القناطر الخيرية.

١١) **ممدوح تهامي عقل (١٩٩٤):** الخصائص الهيدروجرافية لنهر النيل بعد بناء السد العالي، مؤتمر النيل في عيون مصر، ديسمبر، الجزء ٢، مركز بحوث البيئة، جامعة أسيوط.

١٢) **نصر أحمد سالم (١٩٩٣) :** "أثر السد العالي على مورفولوجية مجرى النيل فيما بين خزان أسوان وقناطر الدلتا"، رسالة ماجستير، غير منشورة، كلية الآداب، جامعة الإسكندرية.

13) Abd El–Motaal.E., (1996): "Neotectonic and Morphotectonic implications, Nile Delta Basin Egypt", Thesis Geology Dept., Fac. Sci., Al – Azhar Univ. Egypt.

14) Ball, J., (1939): "Contribution to the Geography of Egypt" Government Press, Cairo.
15) Brice, J., (1964), "Channel Pattern and Terraces of the loup River in Nebraska, U. S. Geological Survey, Prof paper No. 422-D
16) Dury, G., (1970), Editor River & River Terraces, Macmillan,Edinburgh
17) Dury, G.H., (1964): Principles of underfit streams, USGS Professional Paper 452-A.
18) El – Fayoumy, I. F (1968): "Geology of Ground Water Supplies in the region east of the Nile Delta" ph. D. Fac. Of Sci. Cairo Univ.
19) Embabi, N., (2004): The Geomorphology of Egypt "Landform and Evolution", Bull. Soc. Geogr. D, Egypte.
20) Gergawi, A. et al., (1968): "Seismicity of U. A. R. Helwan Obs,Bull 76.
21) Ismail, M., (1994) Stata of the Nile After the High Dam, National Seminar on Physical Responses of the River nile to Interventions, Cairo.
22) Jansen.J .D , Codilean. A.T, Bishop. p, Hoey. T.B.&Persano. C ;(2006): Channel sinuosity: another angle on steady state andtransient response in bedrock rivers draining activemountain belts, Geophysical Research Abstracts, Vol. 8, 02309, SRef-ID: 1607-7962/gra/EGU06-A-02309.© European Geosciences Union.
23) k. J. Gregory and Walling DE, drainage basin From and Process, Second edition, London, 1973
24) Leopold, L., Wolman, M.,Miller ,J. Fluvial Processes in Geomorphology freeman and co. San Francisco ,1946 ,p.29
25) Manning, R. (1889). On the flow of water in open channels and pipes. Transactions of the Institution of Civil Engineers of Ireland, 20, pp. 161-207.
26) Masconi, A., et al., (1996): "Egypt – Nile Delta and Northern Sinai Cenozoic tectonic model" Aproposal. 13th Pc Exploration and production conference, Cairo.
27) Neeve, D., et al., (1982): "The pelusium megashear system across Africa and associated lineament swarms" jour. Geophys. Res., V. 87, No. 82.
28) Pecsi, R. M. Geomorphology/ Mass Movements on the Earth Surface, bud a pest, Unesco, 1975.
29) Richard. Ch. J &Cchumm. S. A &Sugden. D.E; (1985): Geomorphology, METHUEN. London & New York.Said, R., (1990): "The Geology of Egypt". Rotterdam, Nether Land.
30) Thornthwaite, C. W. (1931). The climates of North America according to a new classification. Geographical Review, 21(4), 633–655.

31) Wallick,J.R.andLancaster,S.T. and Bolte,J.P. (2006):Determination of Bank Erodibility for Natural and Anthropogenic Bank Materials using A model of Lateral Migration and Observe Erosion Along the Willamette River,Oregon,USA,PP631-649.
32) Zaghloul,Z.M.,and other.(1989):"Geomorphology,Geological evolution and subsidence of the Nile Delta during the quaternary" Bull. Fac. Sci., Mansoura, V. 17, No. 1 (under publication).
33) Zhou. Y & Tang. Q; (2022): Meandering characteristics of the Yimin River in HulunBuir Grassland, Inner Mongolia. China, Remote Sens. 14. 2696.