



ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΔΙΑΧΕΙΡΗΣΗ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ (ΔΙΠ)

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΨΗΦΙΑΚΟΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΤΕΧΝΗΤΗ
ΝΟΗΜΟΣΥΝΗ –
ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ ΤΗΣ ΚΥΠΡΟΥ.**

ΚΑΡΚΑΝΗ ΔΕΣΠΟΙΝΑ

Κ. ΜΠΕΡΣΙΜΗΣ ΣΩΤΗΡΗΣ

**ΠΑΤΡΑ
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ, 2026**

Πίνακας περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	4
ABSTRACT.....	7
ΛΙΣΤΑ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ	10
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	11
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	11
1.1 Ψηφιακός Μετασχηματισμός και Βιομηχανία 4.0.....	11
1.2 Η Τεχνητή Νοημοσύνη ως Τεχνολογία Μετασχηματισμού	12
1.3 Η Σημασία της Τεχνητής Νοημοσύνης στη Φαρμακοβιομηχανία	13
1.4 Η Τεχνητή Νοημοσύνη στον Κύκλο Ζωής του Φαρμάκου	14
1.5 Το Ερευνητικό Κενό	16
1.6 Σκοπός και Ερευνητικά Ερωτήματα	18
1.6.1 Σκοπός της Έρευνας	18
1.6.2 Ερευνητικά Ερωτήματα	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	20
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ	20
2.1 Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligence).....	20
2.2 Μηχανική Μάθηση (Machine Learning).....	22
<i>Επιβλεπόμενη μάθηση (Supervised Learning)</i>	22
<i>Μη επιβλεπόμενη μάθηση (Unsupervised Learning)</i>	23
<i>Ενισχυτική μάθηση (Reinforcement Learning)</i>	23
2.3 Βαθιά Μάθηση (Deep Learning)	24
2.4 Παραγωγική Τεχνητή Νοημοσύνη (Generative Artificial Intelligence).....	26
2.5 Η Τεχνητή Νοημοσύνη στον Κύκλο Ζωής του Φαρμάκου	28
2.5.1 Ανακάλυψη Φαρμάκων (Drug Discovery)	28
2.5.2 Επανατοποθέτηση Φαρμάκων (Drug Repurposing).....	30
2.5.3 Ανάπτυξη Φαρμακοτεχνικών Μορφών και Drug Delivery Systems.....	31
2.5.4 Κλινικές Δοκιμές (Clinical Trials).....	33
2.5.5 Τεχνητή Νοημοσύνη στη Φαρμακευτική Παραγωγή (Manufacturing).....	35
2.5.6 Διασφάλιση Ποιότητας (Quality Assurance).....	37
2.5.7 Ποιοτικός Έλεγχος και Αναλυτική Ανάπτυξη (Quality Control and Analytical Development).....	39
2.5.8 Κανονιστικές Υποθέσεις (Regulatory Affairs)	42
2.5.9 Φαρμακοεπαγρύπνηση (Pharmacovigilance)	44
2.6 Προκλήσεις και Κίνδυνοι από την Υιοθέτηση της Τεχνητής Νοημοσύνης στη Φαρμακοβιομηχανία	46
2.7 Οργανωσιακή Ετοιμότητα για την Υιοθέτηση της Τεχνητής Νοημοσύνης	48
2.7.1 Τεχνολογική Ετοιμότητα	49
2.7.2 Ανθρώπινο Δυναμικό και Δεξιότητες.....	49
2.7.3 Διοικητική Υποστήριξη	50
2.7.4 Οργανωσιακή Κουλτούρα	51
2.8 Θεωρία Αποδοχής Τεχνολογίας (Technology Acceptance Model, TAM).....	52
2.8.1 Αντιλαμβανόμενη Χρησιμότητα (Perceived Usefulness).....	54
2.8.2 Αντιλαμβανόμενη Ευκολία Χρήσης (Perceived Ease of Use)	54
2.8.3 Στάση απέναντι στην Τεχνολογία.....	55
2.8.4 Σύνδεση του TAM με την Παρούσα Έρευνα	56
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	58
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	58
3.1 Εισαγωγή	58
3.2 Ερευνητικός Σχεδιασμός.....	58

3.3 Πληθυσμός και Δείγμα της Έρευνας	59
3.4 Ερευνητικό Εργαλείο	60
3.5 Διαδικασία Συλλογής Δεδομένων.....	63
3.6 Ηθικά Ζητήματα και Προστασία Προσωπικών Δεδομένων.....	63
3.7 Στατιστική Ανάλυση Δεδομένων.....	64
3.8 Περιορισμοί της Έρευνας	64
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	65
ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	65
4.1 Εισαγωγή	65
4.2 Δημογραφικά και Επαγγελματικά Χαρακτηριστικά των Συμμετεχόντων	65
4.3 Επίπεδο Γνώσης και Κατανόησης της Τεχνητής Νοημοσύνης	68
4.3.1 Εξοικείωση με Βασικές Έννοιες και Τεχνολογίες Τεχνητής Νοημοσύνης... ..	68
4.3.2 Κατανόηση των Διαφορών Μεταξύ Εννοιών Τεχνητής Νοημοσύνης	70
4.3.3 Αντικειμενική Αξιολόγηση Γνώσεων Σχετικά με την Τεχνητή Νοημοσύνη ..	71
4.3.4 Αντιλαμβανόμενο Επίπεδο Κατανόησης της Τεχνητής Νοημοσύνης Εντός της Εταιρείας.....	72
4.4 Οργανωσιακό Προφίλ και Ετοιμότητα για την Υιοθέτηση της Τεχνητής Νοημοσύνης.....	73
4.4.1 Οργανωσιακό προφίλ.....	74
4.4.2 Ψηφιακή Ετοιμότητα και Οργάνωση των Δεδομένων	75
4.5 Στάσεις των εργαζομένων απέναντι στην Τεχνητή Νοημοσύνη	78
4.6 Υφιστάμενη Χρήση και Δυνητικές Εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εργασία	81
4.6.1 Υφιστάμενη Χρήση Εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εργασία	81
4.6.2 Δυνητικές Εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης ανά Τμήμα	82
4.7 Αντιλαμβανόμενα Οφέλη, Εμπόδια και Κίνδυνοι από την Εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης.....	85
4.7.1 Αντιλαμβανόμενα οφέλη από την εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης	85
4.7.2 Εμπόδια και Προκλήσεις στην Εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης.....	87
4.7.3 Αντιλαμβανόμενοι Κίνδυνοι από τη Χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης.....	88
4.8 Διακυβέρνηση Δεδομένων και Στρατηγική Μελλοντικής Υιοθέτησης της Τεχνητής Νοημοσύνης.....	91
4.9 Αποτελέσματα Ανοικτών Ερωτήσεων.....	93
4.9.1 Προβλήματα της Καθημερινής Εργασίας στα Οποία θα Μπορούσε να Συμβάλει η Τεχνητή Νοημοσύνη	93
4.9.2 Εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης που θα Επιθυμούσαν να Υλοποιήσουν οι Συμμετέχοντες	94
4.10 Διερεύνηση Διαφορών ως προς την Εξοικείωση με την Τεχνητή Νοημοσύνη και την Οργανωσιακή Ετοιμότητα.....	96
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	99
Συζήτηση και Συμπεράσματα	99
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	107
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.....	118
ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΕΡΕΥΝΑΣ	118

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligence, AI) αποτελεί μία από τις σημαντικότερες τεχνολογικές εξελίξεις της σύγχρονης εποχής, μεταβάλλοντας τον τρόπο λειτουργίας των επιχειρήσεων και ενισχύοντας τις δυνατότητες αυτοματοποίησης, ανάλυσης δεδομένων και υποστήριξης της λήψης αποφάσεων. Ο φαρμακευτικός κλάδος αποτελεί ιδιαίτερα σημαντικό πεδίο εφαρμογής της AI, καθώς χαρακτηρίζεται από υψηλή πολυπλοκότητα, αυστηρές κανονιστικές απαιτήσεις, μεγάλους όγκους δεδομένων και αυξημένες απαιτήσεις ως προς την ποιότητα, την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα των προϊόντων.

Οι εφαρμογές της AI εκτείνονται σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής του φαρμάκου, από την ανακάλυψη και ανάπτυξη νέων δραστικών ουσιών έως τις κλινικές δοκιμές, τη φαρμακευτική παραγωγή, τη διασφάλιση και τον ποιοτικό έλεγχο, τις κανονιστικές υποθέσεις και τη φαρμακοεπαγρύπνηση. Παράλληλα, τεχνολογίες όπως η Μηχανική Μάθηση (Machine Learning, ML), η Βαθιά Μάθηση (Deep Learning, DL) και η Παραγωγική Τεχνητή Νοημοσύνη (Generative Artificial Intelligence, Generative AI) δημιουργούν νέες δυνατότητες για την αξιοποίηση σύνθετων δεδομένων, τη βελτιστοποίηση διαδικασιών και την ενίσχυση της παραγωγικότητας και της καινοτομίας στις φαρμακευτικές επιχειρήσεις.

Ωστόσο, η επιτυχής υιοθέτηση της AI δεν εξαρτάται αποκλειστικά από τις τεχνολογικές της δυνατότητες. Η ποιότητα και η διαθεσιμότητα των δεδομένων, οι ψηφιακές υποδομές, οι δεξιότητες του ανθρώπινου δυναμικού, η διοικητική υποστήριξη, η οργανωσιακή κουλτούρα, η εμπιστοσύνη στις νέες τεχνολογίες και η κανονιστική συμμόρφωση αποτελούν κρίσιμους παράγοντες για την αποτελεσματική ενσωμάτωσή της. Παράλληλα, ζητήματα διαφάνειας, ερμηνευσιμότητας, προστασίας προσωπικών δεδομένων, δεοντολογίας και κυβερνοασφάλειας δημιουργούν πρόσθετες προκλήσεις για έναν ιδιαίτερα ρυθμιζόμενο κλάδο όπως η φαρμακοβιομηχανία.

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας ήταν η διερεύνηση του βαθμού γνώσης, ετοιμότητας, αποδοχής και εφαρμογής της Τεχνητής Νοημοσύνης στις φαρμακευτικές επιχειρήσεις της Κύπρου. Ειδικότερα, εξετάστηκαν το επίπεδο γνώσης και κατανόησης των εργαζομένων σχετικά με διαφορετικές τεχνολογίες AI, οι αντιλήψεις και οι στάσεις τους απέναντι στη χρήση της, ο βαθμός οργανωσιακής ετοιμότητας των επιχειρήσεων, καθώς και οι υφιστάμενες και δυνητικές εφαρμογές της AI σε διαφορετικά λειτουργικά τμήματα της φαρμακοβιομηχανίας. Παράλληλα, διερευνήθηκαν οι βασικοί παράγοντες που μπορούν να λειτουργήσουν ως καταλύτες ή ως εμπόδια για την ευρύτερη υιοθέτησή της.

Για την επίτευξη του σκοπού της έρευνας υιοθετήθηκε ποσοτική μεθοδολογική προσέγγιση με τη χρήση δομημένου ηλεκτρονικού ερωτηματολογίου, το οποίο απευθύνθηκε σε εργαζομένους φαρμακευτικών επιχειρήσεων που δραστηριοποιούνται στην Κύπρο. Συνολικά συγκεντρώθηκαν 121 έγκυρες απαντήσεις. Το ερωτηματολόγιο περιλάμβανε ενότητες σχετικά με τα δημογραφικά και επαγγελματικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων, τη γνώση και κατανόηση της ΑΙ, τα χαρακτηριστικά και την οργανωσιακή ετοιμότητα των επιχειρήσεων, τις στάσεις απέναντι στην ΑΙ, καθώς και την υφιστάμενη χρήση και τις δυνητικές εφαρμογές της σε διαφορετικά λειτουργικά τμήματα. Η διερεύνηση της τεχνολογικής αποδοχής υποστηρίχθηκε παράλληλα από βασικές διαστάσεις της Θεωρίας Αποδοχής Τεχνολογίας (Technology Acceptance Model, TAM).

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι συμμετέχοντες παρουσίασαν μέτριο έως ικανοποιητικό επίπεδο εξοικείωσης με βασικές έννοιες της ΑΙ, με υψηλότερη εξοικείωση με την Τεχνητή Νοημοσύνη και την Ανάλυση Δεδομένων και χαμηλότερη με περισσότερο εξειδικευμένες ή νεότερες τεχνολογίες, όπως η Παραγωγική και η Πρακτορική Τεχνητή Νοημοσύνη. Παράλληλα, τα ποσοστά ορθών απαντήσεων στις ερωτήσεις αντικειμενικής γνώσης ήταν σχετικά υψηλά, γεγονός που υποδηλώνει ύπαρξη βασικής κατανόησης των σχετικών εννοιών. Οι στάσεις απέναντι στην ΑΙ ήταν γενικά θετικές, με τους συμμετέχοντες να αναγνωρίζουν τη δυνατότητά της να ενισχύσει την αποδοτικότητα και να υποστηρίξει τη λήψη αποφάσεων.

Η οργανωσιακή ετοιμότητα αξιολογήθηκε σε μέτριο επίπεδο. Η ψηφιοποίηση, η οργάνωση και η προσβασιμότητα των δεδομένων δεν εμφανίστηκαν πλήρως ανεπτυγμένες, ενώ περιορισμένη ήταν η σαφής παρουσία εξειδικευμένων δομών και ολοκληρωμένων διαδικασιών διακυβέρνησης δεδομένων για εφαρμογές ΑΙ. Η υφιστάμενη χρήση της ΑΙ επικεντρώθηκε κυρίως σε εργαλεία γενικής χρήσης, όπως το ChatGPT, το Copilot και το Gemini, καθώς και σε εφαρμογές όπως οι μεταφράσεις, ενώ η αξιοποίηση εξειδικευμένων εφαρμογών στις βασικές επιστημονικές και επιχειρησιακές διαδικασίες παρέμεινε περιορισμένη. Αντίθετα, οι συμμετέχοντες αναγνώρισαν σημαντικές δυνητικές εφαρμογές της ΑΙ σε πλήθος λειτουργικών τμημάτων, γεγονός που αναδεικνύει ένα σαφές περιθώριο μεταξύ της σημερινής χρήσης και της δυνητικής αξιοποίησής της.

Ως σημαντικότερα αντιλαμβανόμενα οφέλη αναδείχθηκαν η αποτελεσματικότερη επεξεργασία δεδομένων, η παρακολούθηση και ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο και η αύξηση της αποδοτικότητας και της παραγωγικότητας. Ταυτόχρονα, τα εμπόδια που καταγράφηκαν ήταν πολυδιάστατα και αφορούσαν την ετοιμότητα των δεδομένων, τους διαθέσιμους πόρους, την έλλειψη εξειδικευμένου προσωπικού, τις τεχνολογικές υποδομές, την εκπαίδευση, την κανονιστική συμμόρφωση, την πολυπλοκότητα της επικύρωσης και την

οργανωσιακή κουλτούρα. Ιδιαίτερα υψηλή ήταν επίσης η αντίληψη των κινδύνων που σχετίζονται με λανθασμένα αποτελέσματα της ΑΙ, την κυβερνοασφάλεια και την προστασία των δεδομένων, καθώς και την υπερβολική εξάρτηση από αυτοματοποιημένα συστήματα.

Οι συγκριτικές αναλύσεις δεν ανέδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις στην εξοικείωση με την ΑΙ ως προς την ηλικία, τα έτη εμπειρίας ή το επίπεδο θέσης. Αντίστοιχα, δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στην αντιλαμβανόμενη οργανωσιακή ετοιμότητα ανάλογα με το επίπεδο θέσης, παρότι παρατηρήθηκαν ορισμένες περιγραφικές διαφορές μεταξύ των ομάδων.

Συμπερασματικά, η φαρμακευτική βιομηχανία της Κύπρου παρουσιάζει θετικές προϋποθέσεις για την περαιτέρω αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης, κυρίως λόγω της θετικής στάσης των εργαζομένων και της αναγνώρισης συγκεκριμένων εφαρμογών και ωφελειών. Ωστόσο, παραμένει ένα εμφανές χάσμα μεταξύ του ενδιαφέροντος για την ΑΙ και του βαθμού οργανωσιακής ετοιμότητας και συστηματικής ενσωμάτωσής της στις επιχειρησιακές λειτουργίες. Η αποτελεσματική αξιοποίησή της απαιτεί ενίσχυση της διακυβέρνησης και της ποιότητας των δεδομένων, ανάπτυξη κατάλληλων δεξιοτήτων, εκπαίδευση του ανθρώπινου δυναμικού, σαφείς διαδικασίες αξιολόγησης και επικύρωσης και αποτελεσματική διαχείριση των τεχνολογικών και κανονιστικών κινδύνων. Υπό αυτές τις προϋποθέσεις, η ΑΙ μπορεί να αποτελέσει ουσιαστικό παράγοντα ψηφιακού μετασχηματισμού στον φαρμακευτικό κλάδο της Κύπρου.

Λέξεις-κλειδιά: Τεχνητή Νοημοσύνη, Φαρμακοβιομηχανία, Ψηφιακός Μετασχηματισμός, Μηχανική Μάθηση, Οργανωσιακή Ετοιμότητα, Τεχνολογική Αποδοχή, Κύπρος.

ABSTRACT

Artificial Intelligence (AI) represents one of the most significant technological developments of the modern era, transforming the way businesses operate and enhancing their capabilities in automation, data analysis, and decision-making support. The pharmaceutical industry constitutes a particularly important field for the application of AI, as it is characterized by high complexity, strict regulatory requirements, large volumes of data, and increased demands regarding product quality, safety, and efficacy.

AI applications extend across the entire pharmaceutical product lifecycle, from the discovery and development of new active pharmaceutical ingredients to clinical trials, pharmaceutical manufacturing, quality assurance and quality control, regulatory affairs, and pharmacovigilance. At the same time, technologies such as Machine Learning (ML), Deep Learning (DL), and Generative Artificial Intelligence (Generative AI) create new opportunities for the utilization of complex data, process optimization, and the enhancement of productivity and innovation within pharmaceutical companies.

However, the successful adoption of AI does not depend solely on its technological capabilities. Data quality and availability, digital infrastructure, workforce skills, management support, organizational culture, trust in emerging technologies, and regulatory compliance constitute critical factors for its effective integration. Furthermore, issues related to transparency, interpretability, personal data protection, ethics, and cybersecurity create additional challenges for a highly regulated sector such as the pharmaceutical industry.

The aim of the present master's thesis was to investigate the level of knowledge, readiness, acceptance, and implementation of Artificial Intelligence within pharmaceutical companies in Cyprus. More specifically, the study examined employees' level of knowledge and understanding of different AI technologies, their perceptions and attitudes towards AI use, the degree of organizational readiness of pharmaceutical companies, as well as the current and potential applications of AI across different functional areas of the pharmaceutical industry. In addition, key factors that may act either as facilitators or as barriers to broader AI adoption were explored.

To achieve the objectives of the study, a quantitative methodological approach was adopted using a structured online questionnaire addressed to employees of pharmaceutical companies operating in Cyprus. A total of 121 valid responses were collected. The questionnaire included sections covering participants' demographic and professional characteristics, their knowledge and understanding of AI, company characteristics and organizational readiness,

attitudes towards AI, as well as its current use and potential applications across different functional departments. The investigation of technology acceptance was further supported by key dimensions of the Technology Acceptance Model (TAM).

The findings showed that participants demonstrated a moderate to satisfactory level of familiarity with basic AI concepts, with higher familiarity reported for Artificial Intelligence and Data Analytics and lower familiarity for more specialized or emerging technologies, such as Generative AI and Agentic AI. At the same time, the relatively high proportion of correct responses to the objective knowledge questions indicated a basic level of understanding of the relevant concepts. Attitudes towards AI were generally positive, with participants recognizing its potential to improve efficiency and support decision-making.

Organizational readiness was assessed at a moderate level. Data digitization, organization, and accessibility were not fully developed, while the clear presence of specialized structures and comprehensive data governance procedures for AI applications was limited. Current AI use was concentrated mainly on general-purpose tools such as ChatGPT, Copilot, and Gemini, as well as applications such as translation, whereas the use of specialized AI applications in core scientific and business processes remained limited. In contrast, participants identified significant potential applications of AI across a wide range of functional departments, highlighting a clear gap between current use and potential utilization.

The most prominent perceived benefits were more effective data processing, real-time monitoring and feedback, and increased efficiency and productivity. At the same time, the barriers identified were multidimensional and related to data readiness, available resources, lack of specialized personnel, technological infrastructure, training, regulatory compliance, validation complexity, and organizational culture. Particularly high levels of concern were also reported regarding risks associated with incorrect AI outputs, cybersecurity and data protection, and excessive reliance on automated systems.

The comparative analyses did not reveal statistically significant differences in AI familiarity according to age, years of experience, or job level. Similarly, no statistically significant differences were identified in perceived organizational readiness according to job level, although some descriptive differences were observed between groups.

In conclusion, the pharmaceutical industry in Cyprus demonstrates positive conditions for the further utilization of Artificial Intelligence, mainly due to employees' positive attitudes and their recognition of specific applications and potential benefits. Nevertheless, a clear gap remains between interest in AI and the level of organizational readiness and systematic

integration into business operations. Effective AI adoption requires improvements in data quality and governance, the development of appropriate skills, workforce training, clear evaluation and validation procedures, and effective management of technological and regulatory risks. Under these conditions, AI can become a meaningful driver of digital transformation within the pharmaceutical sector in Cyprus.

Keywords: Artificial Intelligence, Pharmaceutical Industry, Digital Transformation, Machine Learning, Organizational Readiness, Technology Acceptance, Cyprus.

ΛΙΣΤΑ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

Συντομογραφία	Πλήρης Όρος
ADR	Adverse Drug Reaction (Ανεπιθύμητη Ενέργεια Φαρμάκου)
AI	Artificial Intelligence (Τεχνητή Νοημοσύνη)
ANFIS	Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (Προσαρμοστικό Νευρο-Ασαφές Σύστημα Συμπερασμού)
AQbD	Analytical Quality by Design
API	Active Pharmaceutical Ingredient
CAPA	Corrective and Preventive Actions
CMA	Critical Material Attribute (Κρίσιμο Χαρακτηριστικό Υλικού)
CPP	Critical Process Parameter (Κρίσιμη Παράμετρος Διεργασίας)
CQA	Critical Quality Attribute (Κρίσιμο Ποιοτικό Χαρακτηριστικό)
CSV	Comma Separated Values
DCT	Decentralized Clinical Trial (Αποκεντρωμένη Κλινική Δοκιμή)
DDS	Drug Delivery System (Σύστημα Χορήγησης Φαρμάκου)
DL	Deep Learning
EHR	Electronic Health Record (Ηλεκτρονικός Φάκελος Υγείας)
EMA	European Medicines Agency
FDA	Food and Drug Administration
GenAI	Generative Artificial Intelligence
GDP	Good Distribution Practice
GMP	Good Manufacturing Practice
GxP	Good Practice Guidelines
HPLC	High Performance Liquid Chromatography
ICH	International Council for Harmonisation
IT	Information Technology
LLM	Large Language Model
ML	Machine Learning
NLP	Natural Language Processing
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
PAT	Process Analytical Technology
PV	Pharmacovigilance
QA	Quality Assurance
QC	Quality Control
QbD	Quality by Design
R&D	Research and Development
RWD	Real-World Data (Δεδομένα Πραγματικού Κόσμου)
SCA	Synthetic Control Arm (Συνθετική Ομάδα Ελέγχου)
SOP	Standard Operating Procedure
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
TAM	Technology Acceptance Model
XAI	Explainable Artificial Intelligence (Επεξηγήσιμη Τεχνητή Νοημοσύνη)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Ψηφιακός Μετασχηματισμός και Βιομηχανία 4.0

Ο ψηφιακός μετασχηματισμός (Digital Transformation) αποτελεί μία από τις σημαντικότερες στρατηγικές κατευθύνσεις των σύγχρονων επιχειρήσεων και οργανισμών, καθώς συνδέεται με την ενσωμάτωση ψηφιακών τεχνολογιών στις διαδικασίες, στα επιχειρησιακά μοντέλα και στη λήψη αποφάσεων (Kotsiopoulos *et al.*, 2021; Jan *et al.*, 2023). Στο βιομηχανικό περιβάλλον, η μετάβαση αυτή αποτυπώνεται στη Βιομηχανία 4.0 (Industry 4.0), η οποία βασίζεται στη διασύνδεση συστημάτων, στην αυτοματοποίηση, στη συνδεσιμότητα και στην αξιοποίηση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο (Kotsiopoulos *et al.*, 2021).

Η Βιομηχανία 4.0 (Industry 4.0) στηρίζεται σε τεχνολογίες όπως τα κυβερνοφυσικά συστήματα (cyber-physical systems), το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (Internet of Things, IoT), το υπολογιστικό νέφος (cloud computing), τα μεγάλα δεδομένα (big data) και η προηγμένη ανάλυση δεδομένων (advanced analytics) (Kotsiopoulos *et al.*, 2021; Jan *et al.*, 2023). Οι τεχνολογίες αυτές επιτρέπουν την παρακολούθηση εξοπλισμού και διεργασιών, τη βελτιστοποίηση της παραγωγής, τη μείωση του κόστους και τη βελτίωση της ποιότητας των προϊόντων) (Kotsiopoulos *et al.*, 2021; OECD, 2025).

Η τεχνητή νοημοσύνη (artificial intelligence, AI) θεωρείται κεντρικός μοχλός της Βιομηχανίας 4.0, επειδή επιτρέπει σε ευφυή συστήματα να εκτελούν λειτουργίες όπως αυτοπαρακολούθηση, διάγνωση, ανάλυση και υποστήριξη αποφάσεων (Peres *et al.*, 2020; Rakočević and Markovic, 2024). Ιδιαίτερα σημαντικός είναι και ο ρόλος της στην προγνωστική συντήρηση (predictive maintenance), στη μείωση του χρόνου διακοπής λειτουργίας και στη συνολική αύξηση της επιχειρησιακής αποδοτικότητας (Serrano *et al.*, 2024).

Παρά τα οφέλη, η υιοθέτηση τεχνολογιών AI στο πλαίσιο της Βιομηχανίας 4.0 παραμένει άνιση, καθώς πολλές επιχειρήσεις δυσκολεύονται να περάσουν από το πιλοτικό στάδιο σε πλήρη επιχειρησιακή ενσωμάτωση (Peres *et al.*, 2020; Jan *et al.*, 2023). Οι βασικές δυσκολίες αφορούν το υψηλό κόστος ενσωμάτωσης, την απουσία σαφούς οδικού χάρτη, τα προβλήματα ποιότητας και τυποποίησης δεδομένων, αλλά και ζητήματα ασφάλειας και ερμηνευσιμότητας των μοντέλων (Peres *et al.*, 2020; OECD, 2025).

1.2 Η Τεχνητή Νοημοσύνη ως Τεχνολογία Μετασχηματισμού

Η τεχνητή νοημοσύνη (artificial intelligence, AI) ορίζεται ως ο κλάδος της επιστήμης των υπολογιστών που επικεντρώνεται στην ανάπτυξη συστημάτων ικανών να εκτελούν εργασίες που παραδοσιακά απαιτούν ανθρώπινη νοημοσύνη, όπως η μάθηση, η αναγνώριση προτύπων, η επίλυση προβλημάτων και η λήψη αποφάσεων (Malheiro *et al.*, 2025). Ουσιαστικά, αποτελεί τεχνολογία μετασχηματισμού, καθώς επιτρέπει την επεξεργασία μεγάλων όγκων δεδομένων, την αναγνώριση προτύπων και την υποστήριξη σύνθετων διαδικασιών λήψης αποφάσεων (Serrano *et al.*, 2024; Debnath *et al.*, 2025). Στη σύγχρονη μορφή της, η AI βασίζεται κυρίως στη μηχανική μάθηση (machine learning, ML) και στη βαθιά μάθηση (deep learning, DL), οι οποίες επιτρέπουν σε υπολογιστικά συστήματα να μαθαίνουν από ιστορικά δεδομένα και να βελτιώνουν την απόδοσή τους με την πάροδο του χρόνου χωρίς να απαιτείται ρητός προγραμματισμός (Kotsiopoulos *et al.*, 2021; Debnath *et al.*, 2025).

Η σημασία της AI δεν περιορίζεται στην αυτοματοποίηση επαναλαμβανόμενων εργασιών, αλλά επεκτείνεται στη γνωστική υποστήριξη (cognitive support), στην πρόβλεψη και στη λήψη αποφάσεων σε σύνθετα περιβάλλοντα (Peres *et al.*, 2020). Για τον λόγο αυτό, η AI αντιμετωπίζεται ως βασικό στοιχείο του ψηφιακού μετασχηματισμού (digital transformation) και της μετάβασης σε περισσότερο ευφυή και προσαρμοστικά οργανωσιακά συστήματα (Ahmed *et al.*, 2022).

Η δυνατότητα επεξεργασίας μεγάλων όγκων δομημένων και αδόμητων δεδομένων καθιστά την τεχνητή νοημοσύνη ιδιαίτερα χρήσιμη σε κλάδους που παράγουν μεγάλες ποσότητες πληροφοριών, όπως η υγεία και η φαρμακοβιομηχανία (Han and Tao, 2024). Τα τελευταία χρόνια, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει και η γενετική τεχνητή νοημοσύνη (generative artificial intelligence), η οποία δημιουργεί νέες δυνατότητες στην παραγωγή γνώσης, στη σύνθεση δεδομένων και στην ανάπτυξη νέων μοντέλων ή λύσεων (Doron *et al.*, 2023; Serrano *et al.*, 2024). Η αυξανόμενη αξιοποίησή της στη φαρμακευτική έρευνα και ανάπτυξη συνδέεται με εφαρμογές όπως ο σχεδιασμός νέων μορίων, η ανάλυση πολύπλοκων βιολογικών δεδομένων και η βελτιστοποίηση ερευνητικών και παραγωγικών διαδικασιών (Doron *et al.*, 2023; Vora *et al.*, 2023a; Gholap *et al.*, 2024).

Ωστόσο, η επιτυχής ενσωμάτωση της AI προϋποθέτει όχι μόνο τεχνολογική επάρκεια αλλά και οργανωσιακή προετοιμασία, επειδή ζητήματα όπως η ποιότητα δεδομένων, η διαλειτουργικότητα, η διακυβέρνηση μοντέλων και η ανθρώπινη εποπτεία επηρεάζουν άμεσα την αξιοπιστία των εφαρμογών (Peres *et al.*, 2020; Kotsiopoulos *et al.*, 2021). Παράλληλα, η ερμηνευσιμότητα (interpretability) και η εξηγησιμότητα (explainability) των συστημάτων AI

αποκτούν ιδιαίτερη σημασία σε κλάδους υψηλής ευθύνης και κανονιστικής εποπτείας (Ahmed *et al.*, 2022; Gholap *et al.*, 2024).

1.3 Η Σημασία της Τεχνητής Νοημοσύνης στη Φαρμακοβιομηχανία

Η φαρμακοβιομηχανία αποτελεί έναν από τους πλέον σύνθετους και αυστηρά ρυθμιζόμενους κλάδους της παγκόσμιας οικονομίας, όπου η ΑΙ αναμένεται να έχει ιδιαίτερα μεγάλη επίδραση, επειδή βασίζεται σε μεγάλους όγκους δεδομένων, σε σύνθετες διαδικασίες έρευνας και ανάπτυξης και σε αυστηρές κανονιστικές απαιτήσεις (Vora *et al.*, 2023a; Huanbutta *et al.*, 2024; Debnath *et al.*, 2025). Η καινοτομία στον κλάδο απαιτεί σημαντικές επενδύσεις σε έρευνα και ανάπτυξη, ενώ οι φαρμακευτικές επιχειρήσεις καλούνται ταυτόχρονα να αντιμετωπίσουν προκλήσεις που σχετίζονται με την ασφάλεια, την αποτελεσματικότητα, την ποιότητα και την ταχύτητα ανάπτυξης νέων προϊόντων (Vora *et al.*, 2023; Debnath *et al.*, 2025). Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, η διαδικασία ανάπτυξης ενός νέου φαρμάκου να εμφανίζει υψηλό κόστος, μεγάλους χρόνους υλοποίησης και σημαντικό ποσοστό αποτυχίας. Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία, η ανάπτυξη ενός νέου φαρμακευτικού προϊόντος μπορεί να απαιτήσει περισσότερο από μία δεκαετία και επενδύσεις που ξεπερνούν το ένα δισεκατομμύριο δολάρια, ενώ μόνο ένα μικρό ποσοστό των αρχικών υποψήφιων μορίων καταλήγει τελικά στην αγορά (Doron *et al.*, 2023; Malheiro *et al.*, 2025).

Σε αυτό το πλαίσιο, η ΑΙ χρησιμοποιείται για την επιτάχυνση της ανακάλυψης φαρμάκων (drug discovery), την αναγνώριση θεραπευτικών στόχων, τη βελτιστοποίηση υποψήφιων ενώσεων και την πρόβλεψη φαρμακοκινητικών ή τοξικολογικών ιδιοτήτων (Vora *et al.*, 2023a; Huanbutta *et al.*, 2024). Η βιβλιογραφία επίσης δείχνει ότι η ΑΙ συμβάλλει στη διαμόρφωση φαρμακοτεχνικών μορφών (formulation development), στη βελτιστοποίηση συστημάτων χορήγησης φαρμάκων (drug delivery systems) και στη μείωση κόστους και χρόνου ανάπτυξης (Vora *et al.*, 2023a; Gholap *et al.*, 2024; Huanbutta *et al.*, 2024).

Παράλληλα, η επίδραση της ΑΙ δεν περιορίζεται στην έρευνα και ανάπτυξη, αλλά επεκτείνεται στην παραγωγή (manufacturing), στον ποιοτικό έλεγχο (quality control), στην εφοδιαστική αλυσίδα (supply chain) και στη μετακυκλοφοριακή επιτήρηση ασφάλειας (post-market surveillance) συμβάλλοντας στη βελτίωση της επιχειρησιακής αποτελεσματικότητας των φαρμακευτικών επιχειρήσεων (Huanbutta *et al.*, 2024; Serrano *et al.*, 2024; Debnath *et al.*, 2025). Ειδικά στην παραγωγή, η ΑΙ συνδέεται με βελτιστοποίηση διεργασιών,

προγνωστική συντήρηση, μεγαλύτερη σταθερότητα ποιότητας και καλύτερη επιχειρησιακή κλιμάκωση (Rakočević and Markovic, 2024; Serrano *et al.*, 2024; Debnath *et al.*, 2025).

Ιδιαίτερη σημασία αποκτά επίσης η δυνατότητα αξιοποίησης της τεχνητής νοημοσύνης στην εξατομικευμένη ιατρική (personalized medicine). Μέσω της ανάλυσης γενετικών, κλινικών και δημογραφικών δεδομένων, είναι πλέον εφικτή η ανάπτυξη θεραπευτικών προσεγγίσεων προσαρμοσμένων στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάθε ασθενούς, γεγονός που μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την αποτελεσματικότητα και την ασφάλεια των θεραπειών (Li *et al.*, 2023; Vora *et al.*, 2023a; Serrano *et al.*, 2024; Debnath *et al.*, 2025).

Ωστόσο, η επιτυχής αξιοποίηση της τεχνητής νοημοσύνης δεν εξαρτάται αποκλειστικά από τη διαθεσιμότητα της τεχνολογίας. Παράγοντες όπως η οργανωσιακή κουλτούρα, η ψηφιακή ωριμότητα, οι δεξιότητες του ανθρώπινου δυναμικού, η ποιότητα και η ιδιωτικότητα των διαθέσιμων δεδομένων, η ασφάλεια, η μεροληψία αλγορίθμων και η ανάγκη κανονιστικής συμμόρφωσης και η διοικητική υποστήριξη επηρεάζουν σημαντικά τον βαθμό επιτυχούς υιοθέτησης των συστημάτων AI (Gholap *et al.*, 2024; Serrano *et al.*, 2024; OECD, 2025).

1.4 Η Τεχνητή Νοημοσύνη στον Κύκλο Ζωής του Φαρμάκου

Η τεχνητή νοημοσύνη εφαρμόζεται πλέον σε όλα σχεδόν τα στάδια του κύκλου ζωής ενός φαρμακευτικού προϊόντος. Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Φαρμάκων (EMA) και τη διεθνή βιβλιογραφία, η AI εφαρμόζεται πλέον σχεδόν σε όλα τα στάδια του κύκλου ζωής του φαρμάκου (drug lifecycle), από την ανακάλυψη και την προκλινική ανάπτυξη έως την παραγωγή, τον ποιοτικό έλεγχο και τη φαρμακοεπαγρύπνηση (pharmacovigilance) (Vora *et al.*, 2023; Huanbutta *et al.*, 2024; Debnath *et al.*, 2025; European Medicines Agency, 2024). Η συνολική αυτή διείσδυση εξηγεί γιατί η AI δεν αντιμετωπίζεται ως ένα μεμονωμένο εργαλείο, αλλά ως οριζόντια τεχνολογική υποδομή για ολόκληρη τη φαρμακευτική αλυσίδα αξίας (Serrano *et al.*, 2024; Debnath *et al.*, 2025).

Στο στάδιο της ανακάλυψης φαρμάκων (drug discovery), οι αλγόριθμοι τεχνητής νοημοσύνης χρησιμοποιούνται για τον εντοπισμό νέων μοριακών στόχων, την πρόβλεψη αλληλεπιδράσεων μεταξύ μορίων, την ανάλυση βιολογικών δεδομένων και τη δημιουργία νέων χημικών δομών με πιθανή θεραπευτική δράση (Vora *et al.*, 2023a; Gholap *et al.*, 2024; Huanbutta *et al.*, 2024). Στην προκλινική και κλινική ανάπτυξη (preclinical and clinical development), υποστηρίζει τον σχεδιασμό μελετών, την πρόβλεψη τοξικότητας, τη στρατολόγηση ασθενών, την παρακολούθηση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και τη βελτιστοποίηση του σχεδιασμού κλινικών μελετών (Vora *et al.*, 2023a; Gholap *et al.*, 2024;

Debnath *et al.*, 2025). Η χρήση τέτοιων εργαλείων επιταχύνει σημαντικά τη διαδικασία επιλογής υποψήφιων φαρμακευτικών ουσιών, μειώνει το κόστος έρευνας και ανάπτυξης και αυξάνει την πιθανότητα επιτυχούς ολοκλήρωσης των κλινικών δοκιμών (Vora *et al.*, 2023a; Malheiro *et al.*, 2025).

Στον τομέα της παραγωγής (manufacturing), τα συστήματα AI αξιοποιούνται για την παρακολούθηση διεργασιών και κρίσιμων παραμέτρων της παραγωγής, την πρόβλεψη αποκλίσεων διεργασιών και τη βελτιστοποίηση της ποιότητας των τελικών προϊόντων (Huanbutta *et al.*, 2024; Serrano *et al.*, 2024). Η Υπηρεσία Τροφίμων και Φαρμάκων των Ηνωμένων Πολιτειών (FDA) αναγνωρίζει ότι η τεχνητή νοημοσύνη μπορεί να αποτελέσει βασικό εργαλείο για την ανάπτυξη προηγμένων συστημάτων παραγωγής και ελέγχου ποιότητας (FDA, 2023).

Στον ποιοτικό έλεγχο και την αναλυτική ανάπτυξη, η τεχνητή νοημοσύνη χρησιμοποιείται για την επεξεργασία πολύπλοκων χημικών δεδομένων, τη βελτιστοποίηση χρωματογραφικών μεθόδων, την ανάλυση φασματοσκοπικών δεδομένων και την ανάπτυξη προγνωστικών μοντέλων. Επίσης, εφαρμογές της AI εμφανίζονται στη φαρμακοτεχνολογία (pharmaceutical technology) για την πρόβλεψη σταθερότητας, διάλυσης, αποδέσμευσης και άλλων κρίσιμων χαρακτηριστικών των φαρμακοτεχνικών μορφών (Vora *et al.*, 2023a; Huanbutta *et al.*, 2024; Serrano *et al.*, 2024). Οι τεχνικές αυτές επιτρέπουν την ταχύτερη ανάπτυξη και επικύρωση των αναλυτικών μεθόδων, ενώ συμβάλλουν στη μείωση του ανθρώπινου σφάλματος και στη βελτίωση της αξιοπιστίας των αποτελεσμάτων (Cardoso Rial, 2024; R, Sridevi and Pallithara, 2025).

Τέλος, η τεχνητή νοημοσύνη διαδραματίζει ολοένα και σημαντικότερο ρόλο στη φαρμακοεπαγρύπνηση (pharmacovigilance) και στη μετακυκλοφοριακή παρακολούθηση (post-market surveillance) ενισχύοντας τον ταχύτερο εντοπισμό ανεπιθύμητων ενεργειών και την καλύτερη αξιοποίηση ετερογενών πηγών δεδομένων (Gholap *et al.*, 2024; Serrano *et al.*, 2024). Παράλληλα, η Τεχνητή Νοημοσύνη μπορεί να συμβάλει σημαντικά στον τομέα των Κανονιστικών Υποθέσεων (Regulatory Affairs), μέσω της ανάλυσης δεδομένων ασφάλειας, του εντοπισμού πιθανών κινδύνων και της υποστήριξης της λήψης ρυθμιστικών αποφάσεων. (European Medicines Agency, 2024; Huanbutta *et al.*, 2024; Serrano *et al.*, 2024).

1.5 Το Ερευνητικό Κενό

Παρά τη ραγδαία ανάπτυξη των εφαρμογών της τεχνητής νοημοσύνης στη φαρμακοβιομηχανία, η διεθνής βιβλιογραφία δείχνει ότι η επιτυχής υιοθέτησή της δεν εξαρτάται μόνο από τις τεχνολογικές δυνατότητες των σχετικών συστημάτων, αλλά και από τον βαθμό οργανωσιακής ετοιμότητας των επιχειρήσεων (Jöhnik, Weißert and Wyrтки, 2021; Holmström, 2022; Pinto *et al.*, 2025). Η οργανωσιακή ετοιμότητα (organizational readiness) συνδέεται με τη διαθεσιμότητα πόρων, γνώσης, δεδομένων, κατάλληλων διαδικασιών, διοικητικής υποστήριξης και στρατηγικής ευθυγράμμισης, στοιχεία που αυξάνουν την πιθανότητα επιτυχούς υιοθέτησης και μειώνουν τον κίνδυνο αποτυχίας (Jöhnik, Weißert and Wyrтки, 2021; Holmström, 2022; Uren and Edwards, 2023).

Η ίδια βιβλιογραφία δείχνει επίσης ότι η υιοθέτηση της ΑΙ αποτελεί σύνθετη κοινωνικοτεχνική μεταβολή και όχι απλή τεχνολογική εγκατάσταση, επειδή απαιτεί προσαρμογές σε πόρους, δεξιότητες, κουλτούρα, ροές εργασίας και λήψη αποφάσεων (Holmström, 2022; Uren and Edwards, 2023; Weber *et al.*, 2023). Στη φαρμακοβιομηχανία, η ανάγκη αυτή είναι ακόμη εντονότερη, καθώς ο κλάδος συνδυάζει υψηλή κανονιστική συμμόρφωση, σύνθετες παραγωγικές διεργασίες και αυξημένες απαιτήσεις ποιότητας, ιχνηλασιμότητας και τεκμηρίωσης (Arden *et al.*, 2021).

Παρότι υπάρχουν αρκετές μελέτες για τις δυνατότητες της ΑΙ στη φαρμακευτική έρευνα, στην παραγωγή και στη διασφάλιση ποιότητας, η βιβλιογραφία για τους οργανωσιακούς παράγοντες που καθορίζουν την πραγματική ενσωμάτωσή της παραμένει λιγότερο ενοποιημένη και συχνά τονίζει την ανάγκη για context – specific διερεύνηση (Jöhnik, Weißert and Wyrтки, 2021; Pinto *et al.*, 2025). Μετα-αναλυτικά ευρήματα δείχνουν ότι η οργανωσιακή ετοιμότητα και η υποστήριξη της διοίκησης έχουν σταθερά θετική επίδραση στην υιοθέτηση ΑΙ, ενώ η επίδραση άλλων παραγόντων μεταβάλλεται ανάλογα με το περιβάλλον εφαρμογής (Lada *et al.*, 2023; Pinto *et al.*, 2025).

Κρίσιμοι Παράγοντες:

- Η ανώτατη διοίκηση επηρεάζει άμεσα χρηματοδότηση, προτεραιότητες και άρση εσωτερικών αντιστάσεων (Lada *et al.*, 2023; Felemban, Sohail and Ruikar, 2024; Neumann, Guirguis and Steiner, 2024).
- Τα δεδομένα και οι υποδομές αποτελούν βασική προϋπόθεση για ενσωμάτωση σε υπαρκτές ροές εργασίας (Weber *et al.*, 2023; Neumann, Guirguis and Steiner, 2024; Abdelwanis *et al.*, 2026).

- Οι στάσεις των εργαζομένων και η διαχείριση αλλαγής επηρεάζουν ουσιαστικά την ετοιμότητα υιοθέτησης (Felemban, Sohail and Ruikar, 2024; Neumann, Guirguis and Steiner, 2024; Abdelwanis *et al.*, 2026).
- Η κανονιστική και ηθική διάσταση παραμένει κεντρικό εμπόδιο σε περιβάλλοντα υψηλής ευθύνης (Merhi, 2023; Nair *et al.*, 2024).

Σύνδεση με τη Μελέτη:

Παρά τη ραγδαία ανάπτυξη της διεθνούς βιβλιογραφίας σχετικά με την εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης (AI) στη φαρμακοβιομηχανία, η πλειονότητα των ερευνών επικεντρώνεται κυρίως στις τεχνολογικές δυνατότητες των συστημάτων AI και στις πιθανές εφαρμογές τους, όπως στην ανακάλυψη και ανάπτυξη φαρμάκων, στην παραγωγή και στην εξατομικευμένη ιατρική. Αντίθετα, μικρότερη έμφαση έχει δοθεί στην οργανωσιακή διάσταση της υιοθέτησης της AI και, ειδικότερα, στην ετοιμότητα των φαρμακευτικών επιχειρήσεων και στις αντιλήψεις των εργαζομένων απέναντι στην εφαρμογή των συγκεκριμένων τεχνολογιών.

Η ανάγκη για εμπειρική διερεύνηση της οργανωσιακής ετοιμότητας ενισχύεται από το γεγονός ότι η διεθνής βιβλιογραφία δεν υποστηρίζει ένα ενιαίο μοντέλο υιοθέτησης της AI για όλα τα επιχειρησιακά περιβάλλοντα. Αντίθετα, υποδεικνύει ότι οι παράγοντες που επηρεάζουν την ετοιμότητα και την υιοθέτησή της διαφοροποιούνται ανάλογα με τον κλάδο, το επίπεδο ψηφιακής ωριμότητας και τις ιδιαίτερες επιχειρησιακές απαιτήσεις κάθε οργανισμού (Jöhnk, Weißert and Wyrski, 2021; Neumann, Guirguis and Steiner, 2024; Uren and Edwards, 2023).

Παράλληλα, η διαθέσιμη βιβλιογραφία επικεντρώνεται κυρίως σε μεγάλες φαρμακευτικές αγορές, ενώ οι μικρότερες αγορές της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχουν μελετηθεί σε σημαντικά μικρότερο βαθμό. Ειδικότερα για την Κύπρο, δεν εντοπίστηκαν δημοσιευμένες εμπειρικές μελέτες που να διερευνούν συστηματικά το επίπεδο γνώσης και αποδοχής της AI από τους εργαζομένους, καθώς και την οργανωσιακή ετοιμότητα των φαρμακευτικών επιχειρήσεων για την υιοθέτησή της.

Ως εκ τούτου, το ερευνητικό κενό εντοπίζεται όχι στην περαιτέρω περιγραφή των τεχνολογικών δυνατοτήτων της AI, αλλά στη συστηματική διερεύνηση του βαθμού στον οποίο οι φαρμακευτικές επιχειρήσεις είναι έτοιμες να την υιοθετήσουν σε οργανωσιακό επίπεδο και του τρόπου με τον οποίο οι εργαζόμενοί τους αντιλαμβάνονται αυτή τη μετάβαση. Η παρούσα μελέτη επιχειρεί να καλύψει το συγκεκριμένο κενό στον κυπριακό φαρμακευτικό τομέα, εξετάζοντας το επίπεδο γνώσης και κατανόησης της AI, τις αντιλήψεις

των εργαζομένων, την οργανωσιακή ετοιμότητα, τις πιθανές εφαρμογές, καθώς και τα κυριότερα οφέλη και εμπόδια που σχετίζονται με την υιοθέτησή της. Η διερεύνηση αυτή παρουσιάζει τόσο θεωρητική όσο και πρακτική αξία, καθώς εξετάζει τον ψηφιακό μετασχηματισμό σε ένα αυστηρά ρυθμιζόμενο και επιχειρησιακά απαιτητικό περιβάλλον (Arden *et al.*, 2021).

1.6 Σκοπός και Ερευνητικά Ερωτήματα

1.6.1 Σκοπός της Έρευνας

Σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η διερεύνηση του βαθμού γνώσης, αποδοχής και οργανωσιακής ετοιμότητας για την υιοθέτηση τεχνολογιών τεχνητής νοημοσύνης στις φαρμακευτικές επιχειρήσεις της Κύπρου. Ειδικότερα, η έρευνα επιδιώκει να εξετάσει κατά πόσο οι επιχειρήσεις διαθέτουν τις απαιτούμενες οργανωσιακές, τεχνολογικές και ανθρώπινες προϋποθέσεις για την επιτυχή ενσωμάτωση της AI, όπως στρατηγική ευθυγράμμιση, διοικητική υποστήριξη, διαθεσιμότητα δεδομένων, επαρκείς υποδομές και κατάλληλες δεξιότητες προσωπικού (Jöhnk, Weißert and Wyrski, 2021; Uren and Edwards, 2023; Pinto *et al.*, 2025).

Παράλληλα, επιδιώκεται η καταγραφή των αντιλήψεων και στάσεων των εργαζομένων απέναντι στην AI, δεδομένου ότι η διεθνής βιβλιογραφία δείχνει πως οι συμπεριφορές, οι φόβοι, η εμπιστοσύνη και η ετοιμότητα για αλλαγή επηρεάζουν ουσιαστικά την επιτυχία της υιοθέτησης (Felemban, Sohail and Ruikar, 2024; Nair *et al.*, 2024; Neumann, Guirguis and Steiner, 2024). Επιπλέον, η μελέτη αποσκοπεί στον εντοπισμό των πιθανών λειτουργικών εφαρμογών της AI στις φαρμακευτικές επιχειρήσεις, αλλά και των βασικών εμποδίων που περιορίζουν τη διάχυσή της, όπως ζητήματα δεδομένων, πολυπλοκότητας, κανονιστικής συμμόρφωσης, εκπαίδευσης και διαλειτουργικότητας (Abdelwanis *et al.*, 2026).

1.6.2 Ερευνητικά Ερωτήματα

Με βάση τον παραπάνω σκοπό, τα ερευνητικά ερωτήματα της μελέτης διαμορφώνονται ως εξής:

1. Ποιος είναι ο βαθμός γνώσης και κατανόησης της Τεχνητής Νοημοσύνης από τους εργαζομένους στις φαρμακευτικές επιχειρήσεις της Κύπρου; (Felemban, Sohail and Ruikar, 2024)
2. Ποιες είναι οι αντιλήψεις και οι στάσεις των εργαζομένων απέναντι στην υιοθέτηση τεχνολογιών Τεχνητής Νοημοσύνης στον φαρμακευτικό κλάδο; (Felemban, Sohail and Ruikar, 2024)
3. Σε ποιο βαθμό οι φαρμακευτικές επιχειρήσεις της Κύπρου παρουσιάζουν οργανωσιακή ετοιμότητα για την ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης; (Holmström, 2022; Pinto *et al.*, 2025)
4. Ποιες εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης θεωρούνται περισσότερο χρήσιμες ή εφαρμόσιμες στα διαφορετικά λειτουργικά τμήματα των φαρμακευτικών επιχειρήσεων; (Rathore *et al.*, 2023)
5. Ποια είναι τα σημαντικότερα εμπόδια και ποιες οι βασικές προϋποθέσεις που επηρεάζουν την επιτυχή υιοθέτηση και εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης στις φαρμακευτικές επιχειρήσεις της Κύπρου; (Merhi, 2023; Nair *et al.*, 2024)
6. Σε ποιο βαθμό οι αντιλήψεις των εργαζομένων απέναντι στην Τεχνητή Νοημοσύνη διαφοροποιούνται ανάλογα με δημογραφικούς και επαγγελματικούς παράγοντες, όπως η ηλικία, το μορφωτικό επίπεδο, η επαγγελματική εμπειρία και το τμήμα απασχόλησης; (Novozhilova, Mays and Katz, 2024; Thorp *et al.*, 2026)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1 Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligence)

Η Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligence, AI) αποτελεί έναν από τους ταχύτερα αναπτυσσόμενους κλάδους της επιστήμης των υπολογιστών και αναφέρεται στην ικανότητα των υπολογιστικών συστημάτων να εκτελούν λειτουργίες που παραδοσιακά συνδέονται με την ανθρώπινη νοημοσύνη, όπως η μάθηση, η αναγνώριση προτύπων, η επεξεργασία πληροφοριών, η κατανόηση φυσικής γλώσσας, η λήψη αποφάσεων και η επίλυση σύνθετων προβλημάτων (Bhargava, Bester and Bolton, 2021; Malheiro *et al.*, 2025; Revillod, 2025).

Η έννοια της Τεχνητής Νοημοσύνης άρχισε να διαμορφώνεται στα μέσα του 20ού αιώνα, με καθοριστική συμβολή του Alan Turing στη θεωρητική διερεύνηση της δυνατότητας των μηχανών να επιδεικνύουν ευφυή συμπεριφορά. Έκτοτε, η AI εξελίχθηκε από συστήματα βασισμένα σε προκαθορισμένους κανόνες σε προηγμένες υπολογιστικές προσεγγίσεις, οι οποίες αξιοποιούν μεγάλους όγκους δεδομένων και ισχυρούς υπολογιστικούς πόρους για την αναγνώριση προτύπων, την παραγωγή προβλέψεων και την υποστήριξη της λήψης αποφάσεων (Rakočević and Markovic, 2024).

Η σύγχρονη ανάπτυξη της AI συνδέεται στενά με τη ραγδαία αύξηση της διαθεσιμότητας δεδομένων, την πρόοδο των αλγοριθμικών προσεγγίσεων και τη σημαντική ενίσχυση της υπολογιστικής ισχύος, ιδίως μέσω τεχνολογιών που επιτρέπουν την ταχεία παράλληλη επεξεργασία μεγάλων συνόλων δεδομένων (Thorp *et al.*, 2026). Ως αποτέλεσμα, η AI έχει μετακινηθεί σταδιακά από το επίπεδο της θεωρητικής και πειραματικής έρευνας σε εκείνο της ευρείας επιχειρησιακής εφαρμογής, αποτελώντας πλέον σημαντικό παράγοντα του ψηφιακού μετασχηματισμού σε πολλούς κλάδους, όπως η υγεία, η βιοτεχνολογία, οι χρηματοοικονομικές υπηρεσίες, η εκπαίδευση και η βιομηχανική παραγωγή (OECD, 2025; Thorp *et al.*, 2026).

Στη διεθνή βιβλιογραφία, η AI δεν αντιμετωπίζεται αποκλειστικά ως εργαλείο αυτοματοποίησης, αλλά και ως τεχνολογικό υπόβαθρο που μπορεί να ενισχύσει την προβλεπτική ανάλυση, τη συστηματική αξιοποίηση δεδομένων και τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων σε οργανωσιακά περιβάλλοντα (Marocco *et al.*, 2025; P. Nguyen *et al.*, 2026). Η σημασία της είναι ιδιαίτερα έντονη σε κλάδους όπου η πολυπλοκότητα των διαδικασιών, η αβεβαιότητα και ο μεγάλος όγκος διαθέσιμων πληροφοριών δημιουργούν σημαντικές

απαιτήσεις ως προς την επεξεργασία και αξιοποίηση των δεδομένων (Chhibber, Rajkumar and Dassanayake, 2025).

Στο πλαίσιο αυτό, ο φαρμακευτικός κλάδος αποτελεί ένα ιδιαίτερα σημαντικό πεδίο εφαρμογής της ΑΙ, καθώς χαρακτηρίζεται από σύνθετα βιολογικά, χημικά και κλινικά δεδομένα, χρονοβόρες και υψηλού κόστους διαδικασίες έρευνας και ανάπτυξης, καθώς και αυστηρές κανονιστικές απαιτήσεις (Vora *et al.*, 2023a; Chhibber, Rajkumar and Dassanayake, 2025). Η σημασία της ΑΙ για τον συγκεκριμένο κλάδο ενισχύεται περαιτέρω από τις προκλήσεις του παραδοσιακού μοντέλου ανάπτυξης φαρμάκων, το οποίο χαρακτηρίζεται από υψηλό κόστος, μακρύ χρονικό ορίζοντα και σημαντικά ποσοστά αποτυχίας πριν από την τελική έγκριση ενός φαρμακευτικού προϊόντος (Schwabe and Castellacci, 2020).

Σε αυτό το περιβάλλον, εφαρμογές ΑΙ αξιοποιούνται σε διαφορετικά στάδια του κύκλου ζωής των φαρμακευτικών προϊόντων, μεταξύ άλλων για την αναγνώριση θεραπευτικών στόχων, την ανάλυση βιοϊατρικής βιβλιογραφίας και δεδομένων, την υποστήριξη του σχεδιασμού νέων μορίων, τη βελτιστοποίηση διαδικασιών παραγωγής και την υποστήριξη της εξατομικευμένης ιατρικής (Vora *et al.*, 2023a; Chhibber, Rajkumar and Dassanayake, 2025; Marocco *et al.*, 2025; Wang and Lu, 2025). Παράλληλα, η χρήση της επεκτείνεται σε διοικητικές, λειτουργικές και γνωσιακές διεργασίες, μέσω εφαρμογών που υποστηρίζουν, μεταξύ άλλων, τη δημιουργία και επεξεργασία κειμένου, τη μετάφραση, την αναζήτηση και επαλήθευση πληροφοριών και την παραγωγή τεκμηρίωσης (Marocco *et al.*, 2025; Agarwal and Kapoor, 2026).

Παρά τις σημαντικές δυνατότητες και τα αναμενόμενα οφέλη της, η ενσωμάτωση της ΑΙ στις επιχειρησιακές διαδικασίες συνοδεύεται από σημαντικές προκλήσεις. Η διεθνής βιβλιογραφία αναδεικνύει ζητήματα που σχετίζονται με τη διαφάνεια και την αξιοπιστία των συστημάτων, την κοινωνική και επαγγελματική αποδοχή τους, την οργανωσιακή ετοιμότητα, καθώς και τις πιθανές επιπτώσεις τους στην εργασία και στις απαιτούμενες δεξιότητες των εργαζομένων (Novozhilova, Mays and Katz, 2024; OECD, 2025). Κατά συνέπεια, η Τεχνητή Νοημοσύνη είναι σκόπιμο να εξετάζεται όχι μόνο ως τεχνολογική καινοτομία, αλλά και ως οργανωσιακό και κοινωνικοτεχνικό φαινόμενο, το οποίο επηρεάζει τις επιχειρησιακές διαδικασίες, τις απαιτούμενες δεξιότητες και τις αντιλήψεις των εργαζομένων (Bhargava, Bester and Bolton, 2021; Marocco *et al.*, 2025).

2.2 Μηχανική Μάθηση (Machine Learning)

Η Μηχανική Μάθηση (Machine Learning, ML) αποτελεί υποκατηγορία της Τεχνητής Νοημοσύνης (Artificial Intelligence, AI) και αναφέρεται στην ανάπτυξη αλγορίθμων που επιτρέπουν στα υπολογιστικά συστήματα να μαθαίνουν από δεδομένα, να αναγνωρίζουν πρότυπα και να βελτιώνουν την απόδοσή τους χωρίς να απαιτείται ρητός προγραμματισμός για κάθε πιθανό σενάριο (Bhargava, Bester and Bolton, 2021). Η βασική αρχή της ML έγκειται στην εκπαίδευση ενός μοντέλου με βάση διαθέσιμα δεδομένα, ώστε αυτό να εντοπίζει σχέσεις και επαναλαμβανόμενα πρότυπα και, στη συνέχεια, να αξιοποιεί τη γνώση που αποκτήθηκε για την πραγματοποίηση προβλέψεων, ταξινομήσεων ή άλλων εκτιμήσεων σε νέα δεδομένα (Chhibber, Rajkumar and Dassanayake, 2025; Wang and Lu, 2025; K. M. Nguyen *et al.*, 2026).

Η Μηχανική Μάθηση αποτελεί σήμερα μία από τις πλέον ώριμες και ευρέως αξιοποιούμενες εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης, ιδιαίτερα σε τομείς στους οποίους παράγονται μεγάλα και σύνθετα σύνολα δεδομένων, όπως η βιοϊατρική και η φαρμακευτική έρευνα. Στον φαρμακευτικό κλάδο, η δυνατότητα επεξεργασίας μεγάλου όγκου βιολογικών, χημικών και κλινικών δεδομένων καθιστά τις τεχνικές ML ιδιαίτερα χρήσιμες σε διαφορετικά στάδια της έρευνας και ανάπτυξης φαρμακευτικών προϊόντων (Vora *et al.*, 2023a; Chhibber, Rajkumar and Dassanayake, 2025).

Ανάλογα με τον τρόπο εκπαίδευσης των αλγορίθμων, η Μηχανική Μάθηση διακρίνεται κυρίως σε τρεις κατηγορίες: την επιβλεπόμενη μάθηση (Supervised Learning), τη μη επιβλεπόμενη μάθηση (Unsupervised Learning) και την ενισχυτική μάθηση (Reinforcement Learning) (Wang and Lu, 2025).

Επιβλεπόμενη μάθηση (Supervised Learning)

Στην επιβλεπόμενη μάθηση, το μοντέλο εκπαιδεύεται με τη χρήση δεδομένων για τα οποία είναι γνωστή η επιθυμητή έξοδος ή κατηγορία. Μέσω της διαδικασίας εκπαίδευσης, το μοντέλο μαθαίνει τη σχέση μεταξύ των δεδομένων εισόδου και των αντίστοιχων αποτελεσμάτων, ώστε να μπορεί στη συνέχεια να πραγματοποιεί προβλέψεις ή ταξινομήσεις σε νέα δεδομένα. Τεχνικές όπως η γραμμική παλινδρόμηση (Linear Regression), τα δέντρα αποφάσεων (Decision Trees) και τα νευρωνικά δίκτυα (Neural Networks) χρησιμοποιούνται σε ποικίλες εφαρμογές πρόβλεψης και ταξινόμησης.

Στον φαρμακευτικό τομέα, η επιβλεπόμενη μάθηση μπορεί να αξιοποιηθεί, μεταξύ άλλων, για την πρόβλεψη της τοξικότητας, των φαρμακοκινητικών ιδιοτήτων και της βιολογικής

δραστικότητας υποψήφιων φαρμακευτικών ενώσεων, συμβάλλοντας στην έγκαιρη αξιολόγηση και επιλογή των πλέον υποσχόμενων υποψήφιων μορίων (Vora *et al.*, 2023a; Chhibber, Rajkumar and Dassanayake, 2025).

Μη επιβλεπόμενη μάθηση (Unsupervised Learning)

Στη μη επιβλεπόμενη μάθηση, τα δεδομένα δεν συνοδεύονται από προκαθορισμένες ετικέτες ή γνωστές κατηγορίες. Το μοντέλο καλείται να αναγνωρίσει υποκείμενα πρότυπα, συσχετίσεις, ομάδες ή δομές που υπάρχουν στα δεδομένα. Η συγκεκριμένη προσέγγιση είναι ιδιαίτερα χρήσιμη όταν αναλύονται μεγάλα και πολυδιάστατα σύνολα δεδομένων, στα οποία οι υπάρχουσες σχέσεις δεν είναι εκ των προτέρων γνωστές (Chhibber, Rajkumar and Dassanayake, 2025; Wang and Lu, 2025).

Οι τεχνικές μη επιβλεπόμενης μάθησης παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον στη βιοπληροφορική (Bioinformatics), στη φαρμακογονιδιωματική (Pharmacogenomics) και στην ανάλυση δεδομένων «-ομικής» (Omics), όπου τα διαθέσιμα δεδομένα χαρακτηρίζονται από υψηλή πολυπλοκότητα και πολυδιάστατη φύση (Han and Tao, 2024). Μέσω αυτών των τεχνικών είναι δυνατόν, μεταξύ άλλων, να εντοπιστούν υποομάδες ασθενών, βιολογικές συσχετίσεις και πρότυπα που σχετίζονται με τη δράση ή την ασφάλεια φαρμακευτικών προϊόντων.

Ενισχυτική μάθηση (Reinforcement Learning)

Η ενισχυτική μάθηση βασίζεται στην αλληλεπίδραση ενός υπολογιστικού συστήματος με το περιβάλλον του. Κατά τη διαδικασία αυτή, το σύστημα λαμβάνει ανταμοιβές ή ποινές ανάλογα με τα αποτελέσματα των ενεργειών του και προσαρμόζει σταδιακά τη στρατηγική του με στόχο τη μεγιστοποίηση της συνολικής ανταμοιβής. Με τον τρόπο αυτό, ο αλγόριθμος μαθαίνει να επιλέγει τις ενέργειες που οδηγούν στα βέλτιστα δυνατά αποτελέσματα (Wang and Lu, 2025; Thorp *et al.*, 2026).

Στον φαρμακευτικό τομέα, η εφαρμογή της ενισχυτικής μάθησης είναι λιγότερο εκτεταμένη σε σύγκριση με την επιβλεπόμενη και τη μη επιβλεπόμενη μάθηση. Ωστόσο, παρουσιάζει αυξανόμενο ενδιαφέρον σε σύνθετα προβλήματα βελτιστοποίησης, στον σχεδιασμό νέων μορίων και στην ανάπτυξη εξατομικευμένων θεραπευτικών στρατηγικών (Li *et al.*, 2023).

Συνολικά, η Μηχανική Μάθηση μπορεί να αξιοποιηθεί σε ένα ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων της φαρμακοβιομηχανίας, από την ανακάλυψη και ανάπτυξη νέων φαρμάκων και την πρόβλεψη τοξικότητας, έως την ανάλυση δεδομένων παραγωγής και τη βελτιστοποίηση

φαρμακευτικών διεργασιών (Vora *et al.*, 2023a). Η αξιοποίηση μεγάλων συνόλων δεδομένων μέσω τεχνικών ML μπορεί να συμβάλει στην ταχύτερη επεξεργασία πληροφοριών, στη μείωση του πειραματικού φόρτου και στην ενίσχυση της προβλεπτικής ικανότητας σε κρίσιμα στάδια του κύκλου ζωής ενός φαρμακευτικού προϊόντος.

Ωστόσο, η αποτελεσματικότητα των εφαρμογών Μηχανικής Μάθησης εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από την ποιότητα και την αντιπροσωπευτικότητα των δεδομένων εκπαίδευσης, την κατάλληλη επιλογή και επικύρωση των μοντέλων, καθώς και την ικανότητα των οργανισμών να αξιολογούν και να μετατρέπουν τα αποτελέσματά τους σε αξιόπιστες και τεκμηριωμένες αποφάσεις. Οι παράγοντες αυτοί αποκτούν ιδιαίτερη σημασία στον φαρμακευτικό κλάδο, όπου η αξιοπιστία, η τεκμηρίωση και η συμμόρφωση με τις κανονιστικές απαιτήσεις αποτελούν βασικές προϋποθέσεις για την εφαρμογή νέων τεχνολογιών (P. Nguyen *et al.*, 2026; Thorp *et al.*, 2026).

2.3 Βαθιά Μάθηση (Deep Learning)

Η Βαθιά Μάθηση (Deep Learning, DL) αποτελεί εξειδικευμένη μορφή της Μηχανικής Μάθησης (Machine Learning, ML) και βασίζεται στη χρήση τεχνητών νευρωνικών δικτύων (Artificial Neural Networks, ANNs) πολλαπλών επιπέδων, τα οποία έχουν τη δυνατότητα να επεξεργάζονται σύνθετα και υψηλής διάστασης δεδομένα (Cardoso Rial, 2024). Σε αντίθεση με πιο παραδοσιακές προσεγγίσεις Μηχανικής Μάθησης, τα μοντέλα Βαθιάς Μάθησης μπορούν να εξάγουν αυτόματα ιεραρχικές αναπαραστάσεις και χαρακτηριστικά από τα δεδομένα, περιορίζοντας την ανάγκη εκτεταμένης χειροκίνητης επιλογής χαρακτηριστικών (Wang and Lu, 2025; Thorp *et al.*, 2026).

Η Βαθιά Μάθηση έχει παρουσιάσει ιδιαίτερα υψηλές επιδόσεις σε σύνθετα υπολογιστικά προβλήματα, όπως η αναγνώριση εικόνων (Image Recognition), η Επεξεργασία Φυσικής Γλώσσας (Natural Language Processing, NLP), η ανάλυση βιοϊατρικών δεδομένων και η πρόβλεψη μοριακών ιδιοτήτων. Η ικανότητά της να αναγνωρίζει σύνθετες και μη γραμμικές σχέσεις σε μεγάλους όγκους δεδομένων την καθιστά ιδιαίτερα σημαντική για τη βιοϊατρική και τη φαρμακευτική έρευνα (Agarwal and Kapoor, 2026).

Στον φαρμακευτικό τομέα, οι τεχνικές Βαθιάς Μάθησης μπορούν να αξιοποιηθούν σε διαφορετικά στάδια της έρευνας και ανάπτυξης φαρμάκων, όπως στην ανάλυση χημικών δομών, στην πρόβλεψη αλληλεπιδράσεων φαρμάκου-στόχου (Drug–Target Interactions, DTIs), στην εκτίμηση της τοξικότητας και άλλων μοριακών ιδιοτήτων, στην ανάλυση

γονιδιωματικών δεδομένων, στην αναγνώριση βιοδεικτών και στον σχεδιασμό νέων φαρμακευτικών μορίων. Οι εφαρμογές αυτές μπορούν να συμβάλουν στην επεξεργασία μεγάλων και πολύπλοκων συνόλων βιολογικών και χημικών δεδομένων και στην αποτελεσματικότερη επιλογή υποψήφιων ενώσεων για περαιτέρω πειραματική διερεύνηση (Malheiro *et al.*, 2025).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η αξιοποίηση της Βαθιάς Μάθησης στον σχεδιασμό νέων φαρμακευτικών μορίων, καθώς τα μοντέλα αυτά μπορούν να αναγνωρίζουν πολύπλοκες σχέσεις μεταξύ χημικής δομής και βιολογικής δραστηριότητας. Στο πλαίσιο του εξ υπαρχής σχεδιασμού φαρμάκων (*de novo drug design*), υπολογιστικά μοντέλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία ή την αξιολόγηση νέων μοριακών δομών με επιθυμητές ιδιότητες, περιορίζοντας τον αριθμό των υποψηφίων που απαιτείται να εξεταστούν πειραματικά (Marocco *et al.*, 2025; Ravenelle and Kowalski, 2026).

Παρά τις σημαντικές δυνατότητές τους, τα μοντέλα Βαθιάς Μάθησης παρουσιάζουν και ουσιαστικούς περιορισμούς. Ένα από τα σημαντικότερα ζητήματα αφορά την περιορισμένη ερμηνευσιμότητά τους, καθώς η μεγάλη πολυπλοκότητα των νευρωνικών δικτύων καθιστά συχνά δύσκολη την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο ένα μοντέλο καταλήγει σε μια συγκεκριμένη πρόβλεψη. Για τον λόγο αυτό, τα συγκεκριμένα μοντέλα περιγράφονται συχνά ως μοντέλα «μαύρου κουτιού» (*Black-Box Models*). Η περιορισμένη διαφάνεια μπορεί να δημιουργήσει προβληματισμούς σχετικά με την αξιοπιστία, την επιστημονική τεκμηρίωση και τη δυνατότητα επαλήθευσης των αποτελεσμάτων, ιδιαίτερα όταν αυτά πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για τη λήψη κρίσιμων αποφάσεων (Novozhilova, Mays and Katz, 2024).

Το ζήτημα αυτό αποκτά ιδιαίτερη σημασία στον φαρμακευτικό κλάδο, όπου οι αποφάσεις που σχετίζονται με την ποιότητα, την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα των φαρμακευτικών προϊόντων απαιτούν υψηλό βαθμό επιστημονικής τεκμηρίωσης, αξιοπιστίας και διαφάνειας. Για την αντιμετώπιση αυτών των περιορισμών, αυξάνεται το ενδιαφέρον για την Επεξηγήσιμη Τεχνητή Νοημοσύνη (*Explainable Artificial Intelligence, XAI*), η οποία αποσκοπεί στην ανάπτυξη μεθόδων που καθιστούν περισσότερο κατανοητό και ερμηνεύσιμο τον τρόπο με τον οποίο τα συστήματα ΑΙ παράγουν τα αποτελέσματά τους. Η προσέγγιση αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική σε αυστηρά ρυθμιζόμενα περιβάλλοντα, καθώς μπορεί να συμβάλει στη γεφύρωση του χάσματος μεταξύ της υψηλής προβλεπτικής ικανότητας των σύνθετων μοντέλων και της ανάγκης για επιστημονικά τεκμηριωμένα, διαφανή και ερμηνεύσιμα αποτελέσματα (European Medicines Agency, 2024).

Κατά συνέπεια, η αξιολόγηση της Βαθιάς Μάθησης στον φαρμακευτικό τομέα δεν περιορίζεται αποκλειστικά στην προβλεπτική ακρίβεια των μοντέλων, αλλά επεκτείνεται σε

ζητήματα αξιοπιστίας, ερμηνευσιμότητας, επικύρωσης και κανονιστικής συμμόρφωσης. Οι παράγοντες αυτοί είναι καθοριστικοί για την ασφαλή και αποτελεσματική ενσωμάτωση των τεχνολογιών Βαθιάς Μάθησης στη φαρμακευτική έρευνα, ανάπτυξη και παραγωγή (Novozhilova, Mays and Katz, 2024).

2.4 Παραγωγική Τεχνητή Νοημοσύνη (Generative Artificial Intelligence)

Η Παραγωγική Τεχνητή Νοημοσύνη (Generative Artificial Intelligence, Generative AI) αποτελεί μία από τις ταχύτερα εξελισσόμενες κατηγορίες της Τεχνητής Νοημοσύνης (Artificial Intelligence, AI). Σε αντίθεση με συστήματα που επικεντρώνονται κυρίως στην ανάλυση, ταξινόμηση ή πρόβλεψη δεδομένων, τα συστήματα Παραγωγικής Τεχνητής Νοημοσύνης έχουν τη δυνατότητα να δημιουργούν νέο περιεχόμενο με βάση πρότυπα και σχέσεις που έχουν μάθει από τα δεδομένα εκπαίδευσής τους. Το παραγόμενο περιεχόμενο μπορεί να περιλαμβάνει κείμενο, εικόνες, ήχο και κώδικα, ενώ σε εξειδικευμένες επιστημονικές εφαρμογές μπορεί να περιλαμβάνει νέες μοριακές ή χημικές δομές (Agarwal and Kapoor, 2026).

Η ανάπτυξη των Μεγάλων Γλωσσικών Μοντέλων (Large Language Models, LLMs) έχει συμβάλει σημαντικά στην ευρεία διάδοση της Παραγωγικής Τεχνητής Νοημοσύνης. Τα μοντέλα αυτά εκπαιδεύονται σε πολύ μεγάλους όγκους δεδομένων και έχουν τη δυνατότητα να επεξεργάζονται και να παράγουν φυσική γλώσσα, επιτρέποντας την αλληλεπίδραση των χρηστών με τα συστήματα AI μέσω γλωσσικών εντολών (Agarwal and Kapoor, 2026).

Στον φαρμακευτικό τομέα, η Παραγωγική Τεχνητή Νοημοσύνη παρουσιάζει ένα ευρύ φάσμα δυνητικών εφαρμογών σε επιστημονικές, διοικητικές και κανονιστικές δραστηριότητες. Μεγάλα Γλωσσικά Μοντέλα μπορούν να υποστηρίξουν την αναζήτηση, ανάλυση και σύνθεση επιστημονικής βιβλιογραφίας, τη διαχείριση γνώσης (Knowledge Management), την επεξεργασία και παραγωγή επιστημονικών κειμένων, καθώς και την ανάλυση μεγάλου όγκου τεχνικής και κανονιστικής τεκμηρίωσης (Han and Tao, 2024). Οι δυνατότητες αυτές παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον για έναν κλάδο στον οποίο παράγεται και αξιολογείται συνεχώς μεγάλος όγκος επιστημονικών, τεχνικών και κανονιστικών πληροφοριών.

Παράλληλα, οι εφαρμογές της Παραγωγικής Τεχνητής Νοημοσύνης επεκτείνονται στην ανακάλυψη και ανάπτυξη φαρμάκων (Drug Discovery and Development). Τα παραγωγικά μοντέλα μπορούν να αξιοποιηθούν στον εξ υπαρχής σχεδιασμό μορίων (de novo Molecular Design), δημιουργώντας νέες υποψήφιες μοριακές δομές με βάση προκαθορισμένες ή

επιθυμητές ιδιότητες. Με τον τρόπο αυτό, η χρήση της ΑΙ μεταβαίνει από την αποκλειστική ανάλυση και πρόβλεψη των ιδιοτήτων ήδη γνωστών ενώσεων στην υπολογιστικά υποστηριζόμενη δημιουργία νέων υποψήφιας μορίων. Η δυνατότητα αυτή μπορεί να συμβάλει στη διεύρυνση του χημικού χώρου που διερευνάται και στην αποτελεσματικότερη επιλογή ενώσεων για περαιτέρω πειραματική αξιολόγηση (Han and Tao, 2024).

Η Παραγωγική Τεχνητή Νοημοσύνη μπορεί, επομένως, να λειτουργήσει ως εργαλείο ενίσχυσης της παραγωγικότητας και της καινοτομίας, ιδιαίτερα σε δραστηριότητες που βασίζονται στην επεξεργασία μεγάλου όγκου πληροφοριών, στη συγγραφή, στη σύνθεση γνώσης και στον σχεδιασμό. Ωστόσο, η πραγματική αξία των συγκεκριμένων συστημάτων δεν εξαρτάται αποκλειστικά από τις τεχνικές τους δυνατότητες, αλλά και από την ικανότητα των οργανισμών και των εργαζομένων να τα ενσωματώνουν αποτελεσματικά στις υφιστάμενες διαδικασίες και να αξιολογούν κριτικά τα αποτελέσματά τους.

Παρά τις σημαντικές δυνατότητές της, η χρήση της Παραγωγικής Τεχνητής Νοημοσύνης συνοδεύεται από σημαντικούς περιορισμούς. Ιδιαίτερη ανησυχία προκαλεί η δυνατότητα των μοντέλων να παράγουν φαινομενικά πειστικές αλλά ανακριβείς ή μη τεκμηριωμένες πληροφορίες, φαινόμενο που αναφέρεται ως «ψευδαισθήσεις» των μοντέλων (AI Hallucinations). Επιπλέον, ζητήματα που αφορούν την ποιότητα και την προέλευση των δεδομένων, την προστασία εμπιστευτικών πληροφοριών, τη διαφάνεια, την ιχνηλασιμότητα και την αναπαραγωγικότητα των αποτελεσμάτων αποκτούν ιδιαίτερη σημασία όταν τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται σε επιστημονικά ή αυστηρά ρυθμιζόμενα περιβάλλοντα (Fuente-Ballesteros *et al.*, 2025).

Οι προκλήσεις αυτές είναι ιδιαίτερα σημαντικές για τη φαρμακοβιομηχανία, όπου οι πληροφορίες και τα αποτελέσματα που χρησιμοποιούνται για τη λήψη αποφάσεων πρέπει να χαρακτηρίζονται από υψηλό βαθμό αξιοπιστίας, τεκμηρίωσης και κανονιστικής συμμόρφωσης. Κατά συνέπεια, η χρήση συστημάτων Παραγωγικής Τεχνητής Νοημοσύνης δεν μπορεί να βασίζεται αποκλειστικά στο παραγόμενο αποτέλεσμα, αλλά απαιτεί κατάλληλους μηχανισμούς ανθρώπινης εποπτείας (Human Oversight), επαλήθευσης (Verification) και επικύρωσης (Validation), ανάλογα με το είδος και την κρισιμότητα της εκάστοτε εφαρμογής.

Συνεπώς, η Παραγωγική Τεχνητή Νοημοσύνη παρουσιάζει σημαντικές προοπτικές για τον μετασχηματισμό τόσο της φαρμακευτικής έρευνας όσο και των ευρύτερων επιχειρησιακών διαδικασιών του κλάδου. Η αποτελεσματική αξιοποίησή της, ωστόσο, προϋποθέτει την ανάπτυξη κατάλληλων μηχανισμών διακυβέρνησης, την επαρκή κατάρτιση των εργαζομένων

και τη διασφάλιση της αξιοπιστίας, της διαφάνειας και της ορθής χρήσης των παραγόμενων αποτελεσμάτων (Novozhilova, Mays and Katz, 2024).

2.5 Η Τεχνητή Νοημοσύνη στον Κύκλο Ζωής του Φαρμάκου

Η εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης (Artificial Intelligence, AI) στη φαρμακοβιομηχανία δεν περιορίζεται σε μία μόνο λειτουργία, αλλά εκτείνεται σε διαφορετικά στάδια του κύκλου ζωής του φαρμάκου, από την αρχική έρευνα και την ανακάλυψη υποψήφιων φαρμακευτικών ενώσεων έως την ανάπτυξη, την παραγωγή και την παρακολούθηση της ασφάλειας των φαρμακευτικών προϊόντων μετά την κυκλοφορία τους στην αγορά (Vora *et al.*, 2023b; European Medicines Agency, 2024; Zhu, 2025). Η δυνατότητα της AI να επεξεργάζεται και να αναλύει μεγάλους όγκους σύνθετων βιοϊατρικών δεδομένων, να αναγνωρίζει πρότυπα και συσχετίσεις και να υποστηρίζει τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων έχει ενισχύσει σημαντικά το ενδιαφέρον για την αξιοποίησή της στη σύγχρονη φαρμακευτική βιομηχανία (Vora *et al.*, 2023a).

Ειδικότερα, η ενσωμάτωση τεχνικών Μηχανικής Μάθησης (Machine Learning, ML) και Βαθιάς Μάθησης (Deep Learning, DL) παρέχει τη δυνατότητα επιτάχυνσης επιμέρους σταδίων της φαρμακευτικής έρευνας και ανάπτυξης, μέσω της αποτελεσματικότερης επεξεργασίας δεδομένων, της πρόβλεψης ιδιοτήτων υποψηφίων ενώσεων και της υποστήριξης της επιλογής των πλέον υποσχόμενων υποψηφίων για περαιτέρω διερεύνηση (Askar *et al.*, 2023). Η αξιοποίηση αυτών των τεχνολογιών μπορεί, κατά συνέπεια, να συμβάλει στη μείωση του χρόνου και του πειραματικού φόρτου που χαρακτηρίζουν παραδοσιακά ορισμένα στάδια της φαρμακευτικής ανάπτυξης. Ωστόσο, η χρήση τους δεν υποκαθιστά την ανάγκη για υψηλής ποιότητας δεδομένα, κατάλληλη επιστημονική επικύρωση και πειραματική επιβεβαίωση των παραγόμενων αποτελεσμάτων (European Medicines Agency, 2024).

2.5.1 Ανακάλυψη Φαρμάκων (Drug Discovery)

Η ανακάλυψη φαρμάκων (Drug Discovery) αποτελεί ένα από τα πλέον χρονοβόρα, δαπανηρά και σύνθετα στάδια της φαρμακευτικής έρευνας και ανάπτυξης. Παραδοσιακά, η διαδικασία αυτή βασίζεται σε εκτεταμένες πειραματικές δοκιμές για την αναγνώριση και αξιολόγηση υποψηφίων φαρμακευτικών ενώσεων, γεγονός που απαιτεί σημαντικούς οικονομικούς και

χρονικούς πόρους. Η ανάπτυξη υπολογιστικών προσεγγίσεων που βασίζονται στην Τεχνητή Νοημοσύνη (AI) έχει δημιουργήσει νέες δυνατότητες για την ταχύτερη επεξεργασία μεγάλων όγκων χημικών και βιολογικών δεδομένων και την αποτελεσματικότερη επιλογή υποψήφιων ενώσεων για περαιτέρω διερεύνηση (Vora *et al.*, 2023b).

Μία από τις σημαντικότερες εφαρμογές της AI στην ανακάλυψη φαρμάκων είναι ο εικονικός έλεγχος υποψήφιων ενώσεων (Virtual Screening), μέσω του οποίου μπορούν να αξιολογηθούν υπολογιστικά μεγάλοι αριθμοί χημικών ενώσεων και να ιεραρχηθούν εκείνες που παρουσιάζουν μεγαλύτερη πιθανότητα επιθυμητής βιολογικής δραστηριότητας. Παράλληλα, τεχνικές Μηχανικής Μάθησης (ML) μπορούν να αξιοποιήσουν χημικά, βιολογικά και δεδομένα πολλαπλών «-ομικών» τεχνολογιών (Multi-Omics Data), όπως γονιδιωμικά (Genomics), πρωτεομικά (Proteomics) και μεταβολομικά δεδομένα (Metabolomics), για την αναγνώριση πιθανών θεραπευτικών στόχων και την πρόβλεψη ιδιοτήτων υποψήφιων φαρμακευτικών ενώσεων (Vora *et al.*, 2023b). Με τον τρόπο αυτό, οι υπολογιστικές μέθοδοι μπορούν να συμβάλουν στην έγκαιρη επιλογή των πλέον υποσχόμενων ενώσεων και στον περιορισμό του αριθμού των υποψηφίων που απαιτείται να αξιολογηθούν πειραματικά στα πρώιμα στάδια της έρευνας.

Ιδιαίτερα σημαντικό πεδίο εφαρμογής αποτελεί η πρόβλεψη αλληλεπιδράσεων φαρμάκου-στόχου (Drug-Target Interactions, DTIs), καθώς η αναγνώριση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ φαρμακευτικών ενώσεων και βιολογικών στόχων είναι καθοριστική για την κατανόηση της πιθανής φαρμακολογικής τους δράσης. Οι παραδοσιακές πειραματικές μέθοδοι διερεύνησης τέτοιων αλληλεπιδράσεων μπορεί να είναι χρονοβόρες και απαιτητικές σε πόρους, γεγονός που έχει ενισχύσει το ενδιαφέρον για την ανάπτυξη υπολογιστικών μεθόδων πρόβλεψης (D'Souza, Prema and Balaji, 2020; Chen, Guo and Xue, 2026).

Τα μοντέλα Μηχανικής Μάθησης και, ειδικότερα, Βαθιάς Μάθησης (DL) έχουν διευρύνει τις δυνατότητες πρόβλεψης νέων αλληλεπιδράσεων φαρμάκου-στόχου και της δεσμευτικής συγγένειας (Binding Affinity) μεταξύ μορίων και πρωτεϊνικών στόχων. Τα μοντέλα αυτά μπορούν να αναγνωρίζουν σύνθετες και μη γραμμικές σχέσεις μεταξύ χημικών ενώσεων και βιολογικών στόχων, ενώ οι προσεγγίσεις Βαθιάς Μάθησης μπορούν να περιορίσουν την εξάρτηση από τη χειροκίνητη εξαγωγή και επιλογή χαρακτηριστικών (Feature Engineering) που απαιτούν ορισμένες παραδοσιακές υπολογιστικές μέθοδοι (Vefghi, Rahmati and Akbari, 2025).

Επιπλέον, η υπολογιστική διερεύνηση των αλληλεπιδράσεων φαρμάκου-στόχου μπορεί να συμβάλει στην αναγνώριση πιθανών αλληλεπιδράσεων πέραν του αρχικού θεραπευτικού στόχου, παρέχοντας χρήσιμες πληροφορίες για τη διερεύνηση ανεπιθύμητων ενεργειών και

άλλων ζητημάτων ασφάλειας (Askr *et al.*, 2023; Chen, Guo and Xue, 2026). Ωστόσο, οι προβλέψεις των μοντέλων AI δεν υποκαθιστούν την πειραματική επιβεβαίωση, αλλά λειτουργούν κυρίως ως εργαλεία υποστήριξης της επιλογής και ταξινόμησης υποψηφίων για περαιτέρω εργαστηριακή αξιολόγηση.

2.5.2 Επανατοποθέτηση Φαρμάκων (Drug Repurposing)

Η επανατοποθέτηση φαρμάκων (Drug Repurposing) αναφέρεται στη διερεύνηση και αξιοποίηση ήδη εγκεκριμένων ή κλινικά μελετημένων φαρμακευτικών ουσιών για νέες θεραπευτικές ενδείξεις. Η συγκεκριμένη προσέγγιση παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον στη φαρμακευτική έρευνα, καθώς η προϋπάρχουσα γνώση σχετικά με τη φαρμακολογία, τη φαρμακοκινητική και, σε ορισμένες περιπτώσεις, το προφίλ ασφάλειας μιας δραστικής ουσίας μπορεί να περιορίσει μέρος της αβεβαιότητας που χαρακτηρίζει την ανάπτυξη ενός εντελώς νέου μορίου. Για τον λόγο αυτό, η επανατοποθέτηση φαρμάκων μπορεί, υπό κατάλληλες προϋποθέσεις, να προσφέρει πλεονεκτήματα ως προς τον χρόνο και το κόστος ανάπτυξης νέων θεραπευτικών επιλογών (Tanoli, Vähä-Koskela and Aittokallio, 2021).

Η Τεχνητή Νοημοσύνη (AI) και η Μηχανική Μάθηση (ML) έχουν διευρύνει τις δυνατότητες της επανατοποθέτησης φαρμάκων, επιτρέποντας την ολοκλήρωση και ανάλυση μεγάλων και ετερογενών συνόλων βιοϊατρικών δεδομένων. Μέσω της αξιοποίησης πληροφοριών από βάσεις δεδομένων φαρμάκων, βιολογικών στόχων, νοσημάτων, γονιδιακής έκφρασης και επιστημονικής βιβλιογραφίας, τα υπολογιστικά μοντέλα μπορούν να εντοπίζουν νέες συσχετίσεις μεταξύ ήδη γνωστών φαρμακευτικών ουσιών και πιθανών νέων θεραπευτικών ενδείξεων (Doshi and Chepuri, 2020; Tanoli, Vähä-Koskela and Aittokallio, 2021; Pan *et al.*, 2022). Με τον τρόπο αυτό, η AI μπορεί να υποστηρίξει την ιεράρχηση υποψήφιων φαρμάκων για περαιτέρω προκλινική ή κλινική διερεύνηση.

Ιδιαίτερη εφαρμογή στο συγκεκριμένο πεδίο παρουσιάζουν τα δίκτυα γνώσης (Knowledge Graphs) και οι τεχνικές Βαθιάς Μάθησης (DL), οι οποίες μπορούν να αξιοποιήσουν πολύπλοκες σχέσεις μεταξύ φαρμάκων, γονιδίων, πρωτεϊνών, βιολογικών μονοπατιών και νοσημάτων. Η ενσωμάτωση διαφορετικών τύπων δεδομένων επιτρέπει τη διερεύνηση πιθανών θεραπευτικών συσχετίσεων που ενδέχεται να μην είναι άμεσα εμφανείς μέσω συμβατικών αναλυτικών προσεγγίσεων (Doshi and Chepuri, 2020; Pan *et al.*, 2022).

Η σημασία της υπολογιστικά υποστηριζόμενης επανατοποθέτησης φαρμάκων έγινε ιδιαίτερα εμφανής κατά τη διάρκεια της πανδημίας COVID-19, όταν η επείγουσα ανάγκη για

θεραπευτικές επιλογές ενίσχυσε την αναζήτηση νέων χρήσεων ήδη εγκεκριμένων ή κλινικά μελετημένων φαρμάκων. Στο πλαίσιο αυτό, αναπτύχθηκαν προσεγγίσεις βασισμένες στην ΑΙ και σε δικτυακές αναλύσεις, οι οποίες αξιοποίησαν δεδομένα από διαφορετικές πηγές με στόχο την ταχεία αναγνώριση και ιεράρχηση πιθανών θεραπευτικών υποψηφίων για περαιτέρω αξιολόγηση (Zeng *et al.*, 2020).

Ωστόσο, οι υπολογιστικές προβλέψεις δεν αποτελούν από μόνες τους απόδειξη θεραπευτικής αποτελεσματικότητας και απαιτούν κατάλληλη πειραματική και κλινική επιβεβαίωση. Επιπλέον, η αποτελεσματικότητα των διαφορετικών υπολογιστικών προσεγγίσεων εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από την ποιότητα, την πληρότητα και την ετερογένεια των διαθέσιμων δεδομένων, καθώς και από το συγκεκριμένο ερευνητικό πρόβλημα. Η Βαθιά Μάθηση, παρά τις σημαντικές δυνατότητές της, δεν παρουσιάζει κατ' ανάγκη ανώτερη απόδοση σε κάθε εφαρμογή επανατοποθέτησης φαρμάκων σε σύγκριση με άλλες υπολογιστικές προσεγγίσεις (Pan *et al.*, 2022).

2.5.3 Ανάπτυξη Φαρμακοτεχνικών Μορφών και Drug Delivery Systems

Η συμβολή της Τεχνητής Νοημοσύνης (ΑΙ) δεν περιορίζεται στην ανακάλυψη δραστικών ουσιών, αλλά επεκτείνεται και στην ανάπτυξη φαρμακοτεχνικών μορφών (Pharmaceutical Formulations) και συστημάτων χορήγησης φαρμάκων (Drug Delivery System, DDS). Η ανάπτυξη κατάλληλης φαρμακοτεχνικής μορφής αποτελεί κρίσιμο στάδιο της φαρμακευτικής ανάπτυξης, καθώς παράγοντες όπως η επιλογή εκδόχων και υλικών, η διαλυτότητα, η σταθερότητα, η βιοδιαθεσιμότητα και το προφίλ αποδέσμευσης μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά την απόδοση και την αποτελεσματικότητα του τελικού φαρμακευτικού προϊόντος (Bannigan *et al.*, 2021; Vora *et al.*, 2023b).

Παραδοσιακά, η ανάπτυξη φαρμακοτεχνικών μορφών βασίζεται σε μεγάλο βαθμό σε επαναληπτικές πειραματικές διαδικασίες δοκιμής και σφάλματος (Trial-and-Error), οι οποίες μπορεί να απαιτούν σημαντικό αριθμό εργαστηριακών δοκιμών και εκτεταμένη αξιολόγηση διαφορετικών συνδυασμών παραγόντων. Η αξιοποίηση της Μηχανικής Μάθησης (ML) παρέχει τη δυνατότητα ανάλυσης σύνθετων σχέσεων μεταξύ των χαρακτηριστικών της δραστικής ουσίας, των εκδόχων, των παραμέτρων της σύνθεσης και των χαρακτηριστικών του τελικού προϊόντος, υποστηρίζοντας έναν περισσότερο προβλεπτικό και ορθολογικό σχεδιασμό φαρμακοτεχνικών μορφών (Bannigan *et al.*, 2021).

Οι αλγόριθμοι Μηχανικής Μάθησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πρόβλεψη φυσικοχημικών και φαρμακοτεχνικών χαρακτηριστικών, όπως η διαλυτότητα, η σταθερότητα και η κινητική αποδέσμευσης, καθώς και για τη διερεύνηση της επίδρασης διαφορετικών παραμέτρων σύνθεσης στην απόδοση του προϊόντος (Vora *et al.*, 2023b; Aghajanpour *et al.*, 2025). Μέσω αυτών των προσεγγίσεων μπορεί να διευκολυνθεί η επιλογή υποσχόμενων συνθέσεων και να περιοριστεί ο αριθμός των πειραματικών συνδυασμών που απαιτείται να αξιολογηθούν εργαστηριακά.

Η βιβλιογραφία αναφέρει εφαρμογές της Μηχανικής Μάθησης στην πρόβλεψη προφίλ διάλυσης και αποδέσμευσης φαρμάκων, στην αξιολόγηση φαρμακοτεχνικών παραμέτρων και στη βελτιστοποίηση συστημάτων ελεγχόμενης ή παρατεταμένης αποδέσμευσης (Vora *et al.*, 2023b; Aghajanpour *et al.*, 2025). Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει επίσης η σύνδεση της ΑΙ με τεχνολογίες όπως η τρισδιάστατη εκτύπωση (Three-Dimensional Printing, 3D Printing) και οι μικρορρευστονικές τεχνολογίες (Microfluidics), οι οποίες μπορούν να υποστηρίξουν την ανάπτυξη περισσότερο εξατομικευμένων και ευέλικτων συστημάτων χορήγησης φαρμάκων (Zhu, 2025).

Οι δυνατότητες αυτές αποκτούν ιδιαίτερη σημασία στο πλαίσιο της εξατομικευμένης ιατρικής (Personalized Medicine), όπου η θεραπευτική προσέγγιση προσαρμόζεται στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του ασθενούς. Η ενσωμάτωση δημογραφικών, φαρμακογονιδιωματικών, φαρμακοκινητικών και άλλων κλινικά σχετικών δεδομένων μπορεί να υποστηρίξει την εξατομίκευση της δοσολογίας και την επιλογή καταλληλότερων θεραπευτικών στρατηγικών, με στόχο τη βελτιστοποίηση της αποτελεσματικότητας και της ασφάλειας της θεραπείας (Kumar *et al.*, 2026).

Παρά τις σημαντικές προοπτικές τους, οι εφαρμογές ΑΙ στη φαρμακοτεχνική ανάπτυξη δεν υποκαθιστούν την πειραματική αξιολόγηση και την επιστημονική επικύρωση. Η αξιοπιστία των προβλέψεων εξαρτάται από την ποιότητα και την αντιπροσωπευτικότητα των δεδομένων εκπαίδευσης, την κατάλληλη επιλογή του υπολογιστικού μοντέλου και την ορθή ερμηνεία των αποτελεσμάτων για το συγκεκριμένο φαρμακευτικό πρόβλημα (Vora *et al.*, 2023b; Aghajanpour *et al.*, 2025). Επομένως, η Τεχνητή Νοημοσύνη μπορεί να λειτουργήσει ως εργαλείο υποστήριξης του φαρμακοτεχνικού σχεδιασμού, συμβάλλοντας σε περισσότερο προβλεπτικές και δεδομενοκεντρικές προσεγγίσεις ανάπτυξης φαρμακευτικών προϊόντων.

2.5.4 Κλινικές Δοκιμές (Clinical Trials)

Οι κλινικές δοκιμές (Clinical Trials) αποτελούν ένα από τα πλέον χρονοβόρα, δαπανηρά και σύνθετα στάδια της ανάπτυξης φαρμάκων, ενώ οι καθυστερήσεις ή οι αποτυχίες κατά τη διεξαγωγή τους μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά τη συνολική αποδοτικότητα της φαρμακευτικής έρευνας και ανάπτυξης (Harrer *et al.*, 2019; Askin *et al.*, 2023). Η Τεχνητή Νοημοσύνη (AI) παρουσιάζει αυξανόμενο ενδιαφέρον στο συγκεκριμένο πεδίο, καθώς μπορεί να υποστηρίξει διαφορετικές λειτουργίες των κλινικών μελετών, όπως την επιλογή και τη στρατολόγηση ασθενών, τον σχεδιασμό πρωτοκόλλων, την παρακολούθηση της συμμόρφωσης, την ανάλυση κλινικών δεδομένων και την αξιολόγηση καταληκτικών σημείων (Askin *et al.*, 2023; Fu and Chen, 2025).

Ιδιαίτερα σημαντική είναι η δυνατότητα αξιοποίησης της AI για την επιλογή κατάλληλων συμμετεχόντων στις κλινικές δοκιμές. Μέσω της ανάλυσης ηλεκτρονικών φακέλων υγείας (Electronic Health Records, EHRs), κλινικών δεδομένων και άλλων διαθέσιμων πληροφοριών, οι αλγόριθμοι μπορούν να υποστηρίξουν την ταυτοποίηση ασθενών που πληρούν συγκεκριμένα κριτήρια ένταξης ή αποκλεισμού. Η προσέγγιση αυτή μπορεί να συμβάλει στην αποτελεσματικότερη διαδικασία στρατολόγησης και στην έγκαιρη αναγνώριση κατάλληλων υποψηφίων για συμμετοχή σε μια μελέτη (Fu and Chen, 2025; Ocana *et al.*, 2025).

Παράλληλα, τα προγνωστικά μοντέλα μπορούν να αξιοποιηθούν κατά τον σχεδιασμό των κλινικών πρωτοκόλλων, υποστηρίζοντας την αξιολόγηση διαφορετικών σεναρίων σχετικά με τη δοσολογία, τη διάρκεια της θεραπείας, τα χαρακτηριστικά του πληθυσμού και τις πιθανές κλινικές εκβάσεις. Η χρήση τέτοιων εργαλείων μπορεί να ενισχύσει τη διαδικασία λήψης αποφάσεων κατά τον σχεδιασμό μιας μελέτης, χωρίς ωστόσο να υποκαθιστά την επιστημονική και κλινική κρίση των ερευνητών (Harrer *et al.*, 2019; Ocana *et al.*, 2025).

Η Τεχνητή Νοημοσύνη μπορεί επίσης να υποστηρίξει προσαρμοστικούς σχεδιασμούς κλινικών δοκιμών (Adaptive Trial Designs), στους οποίους προβλέπονται εκ των προτέρων δυνατότητες τροποποίησης συγκεκριμένων στοιχείων του σχεδιασμού βάσει ενδιάμεσων αποτελεσμάτων. Η ανάλυση δεδομένων κατά τη διάρκεια μιας μελέτης μπορεί να συμβάλει στην υποστήριξη αποφάσεων σχετικά με τη δοσολογία, την κατανομή των συμμετεχόντων ή άλλες παραμέτρους του πρωτοκόλλου, υπό την προϋπόθεση ότι οι σχετικές διαδικασίες έχουν σχεδιαστεί και επικυρωθεί κατάλληλα (Askin *et al.*, 2023).

Επιπλέον, εφαρμογές AI παρουσιάζουν ενδιαφέρον στο πλαίσιο των αποκεντρωμένων κλινικών δοκιμών (Decentralized Clinical Trials, DCTs), οι οποίες αξιοποιούν ψηφιακές τεχνολογίες για την απομακρυσμένη συλλογή και παρακολούθηση δεδομένων. Σε τέτοια περιβάλλοντα, η AI μπορεί να υποστηρίξει την επεξεργασία δεδομένων που προέρχονται από ψηφιακές συσκευές, απομακρυσμένες αξιολογήσεις και άλλες πηγές πραγματικού κόσμου. Παράλληλα, ερευνητικό ενδιαφέρον παρουσιάζει και η χρήση συνθετικών ομάδων ελέγχου (Synthetic Control Arms, SCAs), οι οποίες αξιοποιούν ιστορικά δεδομένα ή δεδομένα πραγματικού κόσμου (Real-World Data, RWD) για τη συμπληρωματική υποστήριξη ορισμένων τύπων κλινικών μελετών (Askin *et al.*, 2023).

Η εφαρμογή της AI μπορεί ακόμη να συμβάλει στην παρακολούθηση της πορείας μιας κλινικής μελέτης και στην έγκαιρη αναγνώριση πιθανών αποκλίσεων ή ασυνήθιστων προτύπων στα δεδομένα. Μέσω της συνεχούς ή περιοδικής ανάλυσης μεγάλων συνόλων δεδομένων, μπορούν να εντοπιστούν ζητήματα που απαιτούν περαιτέρω διερεύνηση, υποστηρίζοντας την εποπτεία της ποιότητας και της συμμόρφωσης της μελέτης (Askin *et al.*, 2023).

Παρά τις σημαντικές προοπτικές, η αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης στις κλινικές δοκιμές συνοδεύεται από ουσιώδεις περιορισμούς. Η απόδοση των μοντέλων εξαρτάται από την ποιότητα, την πληρότητα, την αντιπροσωπευτικότητα και την τυποποίηση των δεδομένων, ενώ ζητήματα όπως η αλγοριθμική μεροληψία (Algorithmic Bias), η προστασία προσωπικών δεδομένων (Data Privacy), η γενικευσιμότητα (Generalizability), η διαφάνεια και η κανονιστική αποδοχή πρέπει να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη (Ocana *et al.*, 2025).

Οι προκλήσεις αυτές αποκτούν ιδιαίτερη σημασία σε πεδία όπως η ογκολογία, όπου η αυξανόμενη μοριακή διαφοροποίηση των ασθενών δημιουργεί ανάγκη για πιο εξειδικευμένη επιλογή πληθυσμών και βιοδεικτών. Η AI μπορεί να υποστηρίξει την ανάλυση τέτοιων σύνθετων δεδομένων και την αξιολόγηση κλινικών καταληκτικών σημείων, ωστόσο πολλές από τις σχετικές εφαρμογές παραμένουν σε στάδιο ανάπτυξης ή διερεύνησης και απαιτούν περαιτέρω επικύρωση, εναρμόνιση και κανονιστική τεκμηρίωση πριν από την ευρεία εφαρμογή τους (Woodford *et al.*, 2026).

2.5.5 Τεχνητή Νοημοσύνη στη Φαρμακευτική Παραγωγή (Manufacturing)

Η φαρμακευτική παραγωγή (Pharmaceutical Manufacturing) χαρακτηρίζεται από αυστηρές απαιτήσεις ποιότητας, ασφάλειας και κανονιστικής συμμόρφωσης. Η διατήρηση σταθερής ποιότητας στα παραγόμενα προϊόντα προϋποθέτει τη συνεχή παρακολούθηση και τον έλεγχο πολλαπλών παραμέτρων διεργασίας, καθώς και την έγκαιρη αναγνώριση αποκλίσεων που ενδέχεται να επηρεάσουν την ποιότητα του τελικού προϊόντος.

Η Τεχνητή Νοημοσύνη (AI) εντάσσεται σταδιακά σε ένα ευρύτερο πλαίσιο ψηφιακού μετασχηματισμού της φαρμακευτικής παραγωγής, με στόχο την ενίσχυση της αποδοτικότητας, της παρακολούθησης των διεργασιών και της συνέπειας της ποιότητας. Οι εφαρμογές της περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, την προγνωστική συντήρηση εξοπλισμού, την παρακολούθηση κρίσιμων παραμέτρων παραγωγής, την ανίχνευση αποκλίσεων και ανωμαλιών, τη βελτιστοποίηση παραγωγικών συνθηκών και την υποστήριξη της λήψης αποφάσεων (Huanbutta *et al.*, 2024; Abdulhussain *et al.*, 2026; Nakka, Gupta and Reddy, 2026).

Η σημασία της Τεχνητής Νοημοσύνης στην προηγμένη φαρμακευτική παραγωγή αναγνωρίζεται και σε κανονιστικό επίπεδο. Ο Οργανισμός Τροφίμων και Φαρμάκων των Ηνωμένων Πολιτειών (U.S. Food and Drug Administration, FDA) αναγνωρίζει σημαντικές δυνατότητες εφαρμογής της Τεχνητής Νοημοσύνης στη φαρμακευτική παραγωγή, μεταξύ άλλων στον σχεδιασμό και τον έλεγχο των διεργασιών, στην έξυπνη παρακολούθηση και συντήρηση και στην παρακολούθηση τάσεων με στόχο τη συνεχή βελτίωση. Παράλληλα, επισημαίνει ότι η AI μπορεί να λειτουργήσει ως υποστηρικτική τεχνολογία για την εφαρμογή της φιλοσοφίας Βιομηχανία 4.0 (Industry 4.0), συμβάλλοντας στη μετάβαση προς περισσότερο διασυνδεδεμένα, ψηφιοποιημένα και αποτελεσματικά ελεγχόμενα συστήματα φαρμακευτικής παραγωγής (FDA, 2023).

Η αξιοποίηση της AI συνδέεται στενά με τις αρχές της Αναλυτικής Τεχνολογίας Διεργασιών (Process Analytical Technology, PAT) και της Ποιότητας μέσω Σχεδιασμού (Quality by Design, QbD). Οι συγκεκριμένες προσεγγίσεις αποσκοπούν στη βαθύτερη κατανόηση και στον αποτελεσματικότερο έλεγχο των παραγωγικών διεργασιών, με στόχο την πρόληψη προβλημάτων ποιότητας και τη διασφάλιση σταθερής απόδοσης του προϊόντος. Στο πλαίσιο αυτό, η Μηχανική Μάθηση μπορεί να αξιοποιηθεί για την ανάλυση πολυμεταβλητών δεδομένων και την ανάπτυξη υπολογιστικών μοντέλων που συνδέουν τις Κρίσιμες

Παραμέτρους Διεργασίας (Critical Process Parameters, CPPs) με τα Κρίσιμα Ποιοτικά Χαρακτηριστικά (Critical Quality Attributes, CQAs) (Nagy *et al.*, 2022; Walsh *et al.*, 2022).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η χρήση υπολογιστικών μοντέλων και «ήπιων αισθητήρων» (Soft Sensors), οι οποίοι μπορούν να εκτιμούν μεταβλητές που δεν είναι εύκολο να μετρηθούν άμεσα, αξιοποιώντας δεδομένα από άλλες παραμέτρους της διεργασίας. Η προσέγγιση αυτή μπορεί να υποστηρίξει την έγκαιρη ανίχνευση αποκλίσεων, την παρακολούθηση σύνθετων παραγωγικών συστημάτων και τη βελτιστοποίηση του ελέγχου των διεργασιών.

Μία από τις πλέον ώριμες εφαρμογές της ΑΙ στη βιομηχανική παραγωγή είναι η προγνωστική συντήρηση (Predictive Maintenance). Μέσω της ανάλυσης δεδομένων από αισθητήρες, όπως θερμοκρασία, πίεση, κραδασμοί και άλλα λειτουργικά χαρακτηριστικά του εξοπλισμού, τα μοντέλα μπορούν να εντοπίζουν πρότυπα που συνδέονται με πιθανή μελλοντική αστοχία. Με τον τρόπο αυτό, η συντήρηση μπορεί να προγραμματίζεται προληπτικά, περιορίζοντας τον κίνδυνο απρογραμματίστων διακοπών και υποστηρίζοντας τη διαθεσιμότητα και την αξιόπιστη λειτουργία του εξοπλισμού (Nagy *et al.*, 2022; Abdulhussain *et al.*, 2026).

Παράλληλα, τεχνικές υπολογιστικής όρασης (Computer Vision) και Βαθιάς Μάθησης (DL) μπορούν να αξιοποιηθούν σε αυτοματοποιημένα συστήματα οπτικής επιθεώρησης για την ανίχνευση σωματιδίων, ελαττωμάτων συσκευασίας ή άλλων οπτικών αποκλίσεων. Οι εφαρμογές αυτές μπορούν να ενισχύσουν τη συνέπεια και την επαναληψιμότητα του ελέγχου, ιδιαίτερα σε παραγωγικά περιβάλλοντα μεγάλου όγκου (Nakka, Gupta and Reddy, 2026).

Η ενσωμάτωση της ΑΙ στη φαρμακευτική παραγωγή συνδέεται επίσης με την ευρύτερη έννοια του Pharma 4.0, η οποία περιγράφει τη μετάβαση προς περισσότερο διασυνδεδεμένα, αυτοματοποιημένα και δεδομενοκεντρικά συστήματα παραγωγής. Στο πλαίσιο αυτό, η Τεχνητή Νοημοσύνη μπορεί να συμβάλει στη μετάβαση από αντιδραστικές πρακτικές ελέγχου σε περισσότερο προληπτικές και προβλεπτικές προσεγγίσεις διαχείρισης των παραγωγικών διεργασιών.

Ωστόσο, η ευρεία εφαρμογή της ΑΙ σε ρυθμιζόμενα περιβάλλοντα παραγωγής προϋποθέτει υψηλή ποιότητα και ακεραιότητα δεδομένων, επαρκή ιχνηλασιμότητα, κατάλληλη επικύρωση των μοντέλων και σαφή κατανόηση του τρόπου με τον οποίο παράγονται οι προβλέψεις και οι συστάσεις τους. Επιπλέον, ζητήματα που σχετίζονται με την ερμηνευσιμότητα, την ενσωμάτωση των νέων τεχνολογιών στα υφιστάμενα συστήματα και την κανονιστική αποδοχή εξακολουθούν να αποτελούν σημαντικές προκλήσεις (FDA, 2023; Zhu, 2025; Yang and Cheng, 2026).

2.5.6 Διασφάλιση Ποιότητας (Quality Assurance)

Η Διασφάλιση Ποιότητας (Quality Assurance, QA) αποτελεί βασικό πυλώνα της φαρμακοβιομηχανίας και αποσκοπεί στη διασφάλιση ότι τα φαρμακευτικά προϊόντα αναπτύσσονται, παράγονται και ελέγχονται με τρόπο που ανταποκρίνεται στις προκαθορισμένες απαιτήσεις ποιότητας και στις ισχύουσες κανονιστικές προδιαγραφές. Στο πλαίσιο αυτό, τα συστήματα Διασφάλισης Ποιότητας περιλαμβάνουν, μεταξύ άλλων, τη διαχείριση αποκλίσεων, τη διερεύνηση συμβάντων, τη διαχείριση αλλαγών, τις διορθωτικές και προληπτικές ενέργειες, την αξιολόγηση κινδύνων και τη διασφάλιση της συμμόρφωσης με τις απαιτήσεις της Ορθής Πρακτικής Παρασκευής (Good Manufacturing Practice, GMP) (Zhu, 2025).

Η Τεχνητή Νοημοσύνη (AI) παρουσιάζει σημαντικές δυνατότητες υποστήριξης των συστημάτων Διασφάλισης Ποιότητας, κυρίως μέσω της ανάλυσης μεγάλου όγκου δεδομένων που προέρχονται από παραγωγικές, αναλυτικές και ποιοτικές διεργασίες. Τεχνικές Μηχανικής Μάθησης (ML) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αναγνώριση επαναλαμβανόμενων προτύπων και ανωμαλιών στα δεδομένα, διευκολύνοντας τον εντοπισμό πιθανών τάσεων ή αποκλίσεων που απαιτούν περαιτέρω διερεύνηση (Zhu, 2025). Η δυνατότητα αυτή μπορεί να υποστηρίξει τη μετάβαση από μία κυρίως αντιδραστική προσέγγιση διαχείρισης προβλημάτων ποιότητας σε περισσότερο προληπτικές και προβλεπτικές πρακτικές.

Παράλληλα, η AI μπορεί να συμβάλει στην παρακολούθηση και αξιολόγηση δεδομένων που σχετίζονται με την ακεραιότητα δεδομένων (Data Integrity) και την κανονιστική συμμόρφωση. Η ανάλυση μεγάλου αριθμού ηλεκτρονικών αρχείων μπορεί να διευκολύνει τον εντοπισμό ασυνήθιστων προτύπων, ασυνεπειών ή πιθανών αποκλίσεων που απαιτούν ανθρώπινη αξιολόγηση. Επιπλέον, τεχνικές Επεξεργασίας Φυσικής Γλώσσας (Natural Language Processing, NLP) παρουσιάζουν δυνατότητες εφαρμογής στην αναζήτηση, ταξινόμηση και ανάλυση ποιοτικών και κανονιστικών εγγράφων, υποστηρίζοντας τη διαχείριση της τεκμηρίωσης και της οργανωσιακής γνώσης (Zhu, 2025).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η δυνατότητα αξιοποίησης της AI στη διαχείριση αποκλίσεων (Deviation Management), στις διορθωτικές και προληπτικές ενέργειες (Corrective and Preventive Actions, CAPA) και στη διαχείριση αλλαγών (Change Control). Μέσω της ανάλυσης ιστορικών δεδομένων από αποκλίσεις, διερευνήσεις και προηγούμενες CAPA, τα υπολογιστικά συστήματα μπορούν να υποστηρίξουν την αναγνώριση επαναλαμβανόμενων τάσεων και πιθανών συσχετίσεων, παρέχοντας πρόσθετες πληροφορίες

για τη διερεύνηση της βασικής αιτίας (Root Cause Analysis, RCA) και την αξιολόγηση πιθανών κινδύνων. Ωστόσο, οι εφαρμογές αυτές πρέπει να λειτουργούν υποστηρικτικά προς την επιστημονική και ποιοτική κρίση του ανθρώπινου δυναμικού και όχι ως υποκατάστατό της.

Η χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης στη Διασφάλιση Ποιότητας συνδέεται επίσης με τις αρχές της Διαχείρισης Κινδύνων Ποιότητας (Quality Risk Management, QRM) και της Ποιότητας μέσω Σχεδιασμού (Quality by Design, QbD). Σύμφωνα με την κατευθυντήρια οδηγία ICH Q9(R1), η Διαχείριση Κινδύνων Ποιότητας αποτελεί μια συστηματική διαδικασία για την αξιολόγηση, τον έλεγχο, την επικοινωνία και την ανασκόπηση των κινδύνων που σχετίζονται με την ποιότητα του φαρμακευτικού προϊόντος καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής του. Βασική αρχή της προσέγγισης είναι ότι η αξιολόγηση των κινδύνων για την ποιότητα πρέπει να βασίζεται στην επιστημονική γνώση και να συνδέεται τελικά με την προστασία του ασθενούς, ενώ το επίπεδο προσπάθειας, τυπικότητας και τεκμηρίωσης πρέπει να είναι ανάλογο με το επίπεδο του εκάστοτε κινδύνου (International Council for Harmonisation (ICH), 2023). Η αξιοποίηση δεδομένων και προγνωστικών μοντέλων AI μπορεί να υποστηρίξει τη συστηματική αναγνώριση, αξιολόγηση και παρακολούθηση πιθανών κινδύνων ποιότητας, ενώ η σύνδεση της AI με την Αναλυτική Τεχνολογία Διεργασιών (Process Analytical Technology, PAT) μπορεί να ενισχύσει την κατανόηση και τον έλεγχο των παραγωγικών διεργασιών (Nagy *et al.*, 2022; Yang and Cheng, 2026).

Στο πλαίσιο αυτό, η ανάλυση των Κρίσιμων Παραμέτρων Διεργασίας (Critical Process Parameters, CPPs), των Κρίσιμων Χαρακτηριστικών Υλικών (Critical Material Attributes, CMAs) και των Κρίσιμων Ποιοτικών Χαρακτηριστικών (Critical Quality Attributes, CQAs) μπορεί να υποστηριχθεί από προηγμένες αναλυτικές και υπολογιστικές τεχνικές, συμβάλλοντας στην καλύτερη κατανόηση των σχέσεων μεταξύ των χαρακτηριστικών των πρώτων υλών, των συνθηκών παραγωγής και της ποιότητας του τελικού προϊόντος (Yang and Cheng, 2026).

Η σημασία της Τεχνητής Νοημοσύνης στα σύγχρονα φαρμακευτικά συστήματα ποιότητας συνδέεται και με τις εξελίξεις που αναγνωρίζονται από τις ρυθμιστικές αρχές. Ο Οργανισμός Τροφίμων και Φαρμάκων των Ηνωμένων Πολιτειών (U.S. Food and Drug Administration, FDA) έχει αναδείξει τις δυνατότητες εφαρμογής της AI στη φαρμακευτική παραγωγή, μεταξύ άλλων στον σχεδιασμό και στον έλεγχο διεργασιών, στην έξυπνη παρακολούθηση και συντήρηση και στην ανάλυση τάσεων με στόχο τη συνεχή βελτίωση. Οι εφαρμογές αυτές μπορούν να παράγουν πληροφορίες ιδιαίτερης σημασίας και για τα συστήματα Διασφάλισης

Ποιότητας, ενισχύοντας τη δυνατότητα έγκαιρης αναγνώρισης και αξιολόγησης πιθανών προβλημάτων ποιότητας (FDA, 2023).

Ωστόσο, η εφαρμογή συστημάτων AI στη Διασφάλιση Ποιότητας ενός αυστηρά ρυθμιζόμενου περιβάλλοντος προϋποθέτει αξιόπιστα και υψηλής ποιότητας δεδομένα, κατάλληλη επικύρωση των χρησιμοποιούμενων μοντέλων, επαρκή ιχνηλασιμότητα και διαφάνεια, καθώς και σαφώς καθορισμένη ανθρώπινη εποπτεία. Επιπλέον, ζητήματα που σχετίζονται με την αλγοριθμική ερμηνευσιμότητα, τη διακυβέρνηση δεδομένων (Data Governance), την κυβερνοασφάλεια (Cybersecurity) και την ενσωμάτωση των νέων τεχνολογιών στα υφιστάμενα συστήματα ποιότητας αποτελούν σημαντικές προκλήσεις για την ευρύτερη υιοθέτησή τους (Zhu, 2025; Abdulhussain *et al.*, 2026).

2.5.7 Ποιοτικός Έλεγχος και Αναλυτική Ανάπτυξη (Quality Control and Analytical Development)

Ο Ποιοτικός Έλεγχος (Quality Control, QC) και η Αναλυτική Ανάπτυξη (Analytical Development) αποτελούν κρίσιμες λειτουργίες της φαρμακοβιομηχανίας, καθώς υποστηρίζουν τη διασφάλιση της ποιότητας των πρώτων υλών, των ενδιάμεσων προϊόντων και των τελικών φαρμακευτικών προϊόντων. Οι σχετικές δραστηριότητες περιλαμβάνουν φυσικοχημικές, μικροβιολογικές και αναλυτικές δοκιμές, καθώς και την ανάπτυξη και επικύρωση κατάλληλων αναλυτικών μεθόδων. Η συνεχής αύξηση του όγκου και της πολυπλοκότητας των δεδομένων που παράγονται από τις σύγχρονες αναλυτικές τεχνικές έχει ενισχύσει την ανάγκη αξιοποίησης προηγμένων υπολογιστικών προσεγγίσεων για την επεξεργασία, μοντελοποίηση και ερμηνεία τους (Szymańska, 2018).

Στο πλαίσιο αυτό, η Τεχνητή Νοημοσύνη και ιδιαίτερα η Μηχανική Μάθηση παρουσιάζουν σημαντικές δυνατότητες εφαρμογής στη φαρμακευτική ανάλυση. Οι τεχνικές αυτές μπορούν να αξιοποιηθούν στη χρωματογραφική και φασματοσκοπική ανάλυση, στη χημειομετρία (Chemometrics), στην επεξεργασία πολυμεταβλητών δεδομένων και στην αναγνώριση σύνθετων προτύπων στα αναλυτικά αποτελέσματα. Παράλληλα, σύγχρονες εφαρμογές της AI επεκτείνονται στην ανάλυση προφίλ προσμίξεων, στην επεξεργασία δεδομένων από δοκιμές διάλυσης και μελέτες σταθερότητας, καθώς και στην ανίχνευση ασυνήθιστων τάσεων ή ανωμαλιών, διευρύνοντας τις δυνατότητες αξιοποίησης των εργαστηριακών δεδομένων για

την υποστήριξη επιστημονικά τεκμηριωμένων αποφάσεων (Cardoso Rial, 2024; Lotfy *et al.*, 2025).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η εφαρμογή της ΑΙ στην ανάπτυξη και βελτιστοποίηση χρωματογραφικών μεθόδων, όπου η διερεύνηση πολλών αλληλεξαρτώμενων παραμέτρων μπορεί να απαιτεί σημαντικό αριθμό πειραματικών δοκιμών. Μέσω της μοντελοποίησης των σχέσεων μεταξύ πειραματικών παραμέτρων και αναλυτικών αποκρίσεων, τα υπολογιστικά μοντέλα μπορούν να περιορίσουν την εξάρτηση από επαναλαμβανόμενες δοκιμές δοκιμής και σφάλματος (trial-and-error) και να υποστηρίξουν την επιλογή κατάλληλων συνθηκών ανάλυσης. Με τον τρόπο αυτό, η ΑΙ μπορεί να συμβάλει στη μείωση του πειραματικού φόρτου και του χρόνου που απαιτείται για τη διερεύνηση του αναλυτικού χώρου, χωρίς να υποκαθιστά την επιστημονική κρίση του αναλυτή (Abba, Usman and IŞIK, 2020; Lotfy *et al.*, 2025).

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η εφαρμογή Τεχνητών Νευρωνικών Δικτύων (Artificial Neural Networks, ANNs) και Προσαρμοστικών Νευρο-Ασφών Συστημάτων Συμπερασμού (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference Systems, ANFIS) στη βελτιστοποίηση συνθηκών Υγρής Χρωματογραφίας Υψηλής Απόδοσης (High-Performance Liquid Chromatography, HPLC). Οι Abba *et al.* (2020) συνέκριναν μοντέλα ANN και ANFIS με συμβατική Πολλαπλή Γραμμική Παλινδρόμηση (Multiple Linear Regression, MLR) και διαπίστωσαν υψηλότερη προβλεπτική απόδοση των μοντέλων τεχνητής νοημοσύνης στη μοντελοποίηση των αναλυτικών αποκρίσεων (Abba, Usman and IŞIK, 2020). Αντίστοιχα, οι Usman *et al.* (2021) ανέδειξαν τη δυνατότητα εφαρμογής μοντέλων ΑΙ στην ποιοτική και ποσοτική πρόβλεψη χρωματογραφικών παραμέτρων, όπως ο χρόνος κατακράτησης και η επιφάνεια κορυφής. Τα ευρήματα αυτά υποδεικνύουν ότι η ΑΙ μπορεί να λειτουργήσει ως αποτελεσματικό συμπληρωματικό εργαλείο για την ανάπτυξη και βελτιστοποίηση αναλυτικών μεθόδων (Usman *et al.*, 2021).

Η εφαρμογή της ΑΙ αποκτά ιδιαίτερη σημασία και στο πλαίσιο της Αναλυτικής Ποιότητας μέσω Σχεδιασμού (Analytical Quality by Design, AQbD). Η προσέγγιση AQbD βασίζεται στη συστηματική κατανόηση της αναλυτικής διαδικασίας και των παραγόντων που επηρεάζουν την απόδοσή της, επιδιώκοντας την ανάπτυξη ανθεκτικών και κατάλληλων για τον προβλεπόμενο σκοπό αναλυτικών διαδικασιών. Η προσέγγιση αυτή βρίσκεται σε συμφωνία με την κατευθυντήρια οδηγία ICH Q14 για την Ανάπτυξη Αναλυτικών Διαδικασιών (Analytical Procedure Development), η οποία εισάγει μια επιστημονικά τεκμηριωμένη και βασισμένη στη διαχείριση κινδύνων προσέγγιση για την ανάπτυξη και

διαχείριση των αναλυτικών διαδικασιών καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους (ICH, 2022).

Στο πλαίσιο αυτό, υπολογιστικά και προγνωστικά μοντέλα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διερεύνηση πολύπλοκων σχέσεων μεταξύ των παραμέτρων της αναλυτικής διαδικασίας και των χαρακτηριστικών απόδοσής της, διευκολύνοντας την αναγνώριση των παραγόντων που επηρεάζουν περισσότερο την αξιοπιστία και την ανθεκτικότητα της μεθόδου. Η ενσωμάτωση της ΑΙ στην AQbD μπορεί επομένως να ενισχύσει τη μετάβαση από περισσότερο εμπειρικές προσεγγίσεις ανάπτυξης σε δεδομενοκεντρικά και προβλεπτικά μοντέλα, υποστηρίζοντας την αποτελεσματικότερη διερεύνηση του χώρου σχεδιασμού (Design Space) και των κατάλληλων συνθηκών λειτουργίας της αναλυτικής διαδικασίας (ICH, 2022).

Παράλληλα, η επικύρωση αναλυτικών διαδικασιών (Analytical Procedure Validation) εξακολουθεί να αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση πριν από την εφαρμογή τους για τον προβλεπόμενο σκοπό. Η αναθεωρημένη κατευθυντήρια οδηγία ICH Q2(R2) εντάσσει την επικύρωση στο συνολικό πλαίσιο του κύκλου ζωής της αναλυτικής διαδικασίας και λειτουργεί συμπληρωματικά προς την ICH Q14. Βασικός στόχος είναι να τεκμηριώνεται ότι η αναλυτική διαδικασία είναι κατάλληλη για τον προβλεπόμενο σκοπό της και παρέχει αξιόπιστα αποτελέσματα σύμφωνα με τα καθορισμένα κριτήρια απόδοσης (ICH, 2022; International Council for Harmonisation of Technical Requirements for Pharmaceuticals for Human Use, 2023). Επομένως, η χρήση ΑΙ μπορεί να υποστηρίξει την ανάπτυξη και κατανόηση της αναλυτικής διαδικασίας, αλλά δεν υποκαθιστά την απαιτούμενη επιστημονική και κανονιστική επικύρωσή της.

Τέλος, στον Ποιοτικό Έλεγχο, η αξιοποίηση ιστορικών εργαστηριακών δεδομένων μέσω τεχνικών ΑΙ μπορεί να διευκολύνει την αναγνώριση τάσεων, ασυνήθιστων προτύπων και πιθανών αποκλίσεων που απαιτούν περαιτέρω διερεύνηση. Ωστόσο, η ευρύτερη ενσωμάτωση τέτοιων μοντέλων σε ρυθμιζόμενα εργαστηριακά περιβάλλοντα προϋποθέτει υψηλής ποιότητας και αντιπροσωπευτικά δεδομένα, επαρκή εξωτερική επικύρωση, ερμηνευσιμότητα των αποτελεσμάτων και σαφώς καθορισμένη ανθρώπινη εποπτεία. Η ανθρώπινη επιστημονική κρίση παραμένει συνεπώς καθοριστική, ιδιαίτερα όταν τα αναλυτικά αποτελέσματα χρησιμοποιούνται για αποφάσεις που σχετίζονται με την ποιότητα και την αποδέσμευση φαρμακευτικών προϊόντων (Lotfy *et al.*, 2025).

2.5.8 Κανονιστικές Υποθέσεις (Regulatory Affairs)

Οι Κανονιστικές Υποθέσεις (Regulatory Affairs, RA) αποτελούν βασική λειτουργία της φαρμακοβιομηχανίας, καθώς διασφαλίζουν τη συμμόρφωση των φαρμακευτικών προϊόντων με τις απαιτήσεις των αρμόδιων ρυθμιστικών αρχών καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους, από τα στάδια της ανάπτυξης και της υποβολής αίτησης για άδεια κυκλοφορίας έως τις μετεγκριτικές μεταβολές και την παρακολούθηση μετά την κυκλοφορία. Η αυξανόμενη πολυπλοκότητα του κανονιστικού περιβάλλοντος, σε συνδυασμό με τον μεγάλο όγκο επιστημονικών και διοικητικών δεδομένων που απαιτούν επεξεργασία και αξιολόγηση, δημιουργεί σημαντικές δυνατότητες για την αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης στις σχετικές διαδικασίες (Patil, Kulkarni and Gaikwad, 2023; GUDE and GUDE, 2024).

Η ΑΙ μπορεί να υποστηρίξει τις δραστηριότητες των Κανονιστικών Υποθέσεων μέσω της αυτοματοποίησης επαναλαμβανόμενων εργασιών, της διαχείρισης και επεξεργασίας εγγράφων, της εξαγωγής και ταξινόμησης δεδομένων, της παρακολούθησης μεταβολών στις κανονιστικές απαιτήσεις και της υποστήριξης της κανονιστικής συμμόρφωσης. Εφαρμογές της έχουν προταθεί για τον έλεγχο και τη διαχείριση κανονιστικών φακέλων, την αυτοματοποιημένη αναζήτηση πληροφοριών, την παρακολούθηση προθεσμιών και υποχρεώσεων, καθώς και την υποστήριξη της διαδικασίας υποβολής προς τις αρμόδιες αρχές. Με τον τρόπο αυτό, η αξιοποίηση της ΑΙ μπορεί να περιορίσει τον χρόνο που απαιτείται για επαναλαμβανόμενες διοικητικές εργασίες, να μειώσει πιθανά ανθρώπινα σφάλματα και να ενισχύσει τη συνέπεια και την αποτελεσματικότητα των κανονιστικών διαδικασιών (Patil, Kulkarni and Gaikwad, 2023; GUDE and GUDE, 2024; SUNITHA, SAILESH and NAGALAKSHMI, 2026).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η αξιοποίηση της Γενετικής Τεχνητής Νοημοσύνης (Generative Artificial Intelligence, Generative AI) και της Επεξεργασίας Φυσικής Γλώσσας (Natural Language Processing, NLP) σε εργασίες που βασίζονται στην επεξεργασία μεγάλου όγκου κειμενικής πληροφορίας. Οι τεχνολογίες αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν υποστηρικτικά για τη σύνταξη, περίληψη, ταξινόμηση και ανασκόπηση επιστημονικών και κανονιστικών εγγράφων, καθώς και για την εξαγωγή κρίσιμων πληροφοριών από εκτεταμένα σύνολα δεδομένων. Παράλληλα, μπορούν να συμβάλουν στην κανονιστική πληροφόρηση (Regulatory Intelligence), διευκολύνοντας την παρακολούθηση νέων κατευθυντήριων οδηγιών και μεταβολών στο διεθνές κανονιστικό περιβάλλον (Muppalla, Maddi and Maddi, 2025; Reyneke *et al.*, 2026).

Η Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Φαρμάκων (European Medicines Agency, EMA) εξετάζει την εφαρμογή της ΑΙ σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής του φαρμακευτικού προϊόντος (Medicinal Product Lifecycle), από την ανακάλυψη και την ανάπτυξη έως την έγκριση και το μετεγκριτικό στάδιο. Στο σχετικό *Reflection Paper*, επισημαίνεται ότι η χρήση συστημάτων ΑΙ πρέπει να πραγματοποιείται σύμφωνα με τις υφιστάμενες νομικές και κανονιστικές απαιτήσεις και να βασίζεται σε αρχές όπως η ποιότητα και η διακυβέρνηση των δεδομένων, η τεχνική αξιοπιστία, η διαφάνεια, η λογοδοσία και η ανθρώπινη εποπτεία. Ιδιαίτερα όταν η χρήση ενός συστήματος ΑΙ μπορεί να επηρεάσει την αξιολόγηση της σχέσης οφέλους-κινδύνου ενός φαρμακευτικού προϊόντος, η έγκαιρη αλληλεπίδραση με τις αρμόδιες ρυθμιστικές αρχές αποκτά ιδιαίτερη σημασία (European Medicines Agency, 2024).

Αντίστοιχη προσέγγιση ακολουθεί ο Οργανισμός Τροφίμων και Φαρμάκων των Ηνωμένων Πολιτειών (U.S. Food and Drug Administration, FDA). Ο FDA έχει προτείνει ένα πλαίσιο αξιολόγησης της αξιοπιστίας μοντέλων ΑΙ που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή πληροφοριών ή δεδομένων τα οποία προορίζονται να υποστηρίξουν κανονιστικές αποφάσεις σχετικά με την ασφάλεια, την αποτελεσματικότητα ή την ποιότητα φαρμάκων και βιολογικών προϊόντων. Η προσέγγιση αυτή βασίζεται στην αξιολόγηση του κινδύνου και στο συγκεκριμένο πλαίσιο χρήσης (Context of Use, COU) του μοντέλου, υπογραμμίζοντας ότι η αξιοπιστία ενός συστήματος ΑΙ πρέπει να αξιολογείται σε συνάρτηση με τον σκοπό για τον οποίο πρόκειται να χρησιμοποιηθεί (FDA, 2023; Niazi, 2025).

Η διεθνής βιβλιογραφία καταδεικνύει, επομένως, ότι η ενσωμάτωση της ΑΙ στις Κανονιστικές Υποθέσεις δεν αποτελεί αποκλειστικά τεχνολογικό ζήτημα, αλλά συνδέεται άμεσα με ζητήματα διακυβέρνησης (governance), επικύρωσης, ιχνηλασιμότητας, διαφάνειας και λογοδοσίας. Η ποιότητα των δεδομένων, η δυνατότητα ερμηνείας των αποτελεσμάτων, η τεκμηρίωση της απόδοσης των μοντέλων και η ύπαρξη σαφών διαδικασιών ανθρώπινης εποπτείας αποτελούν βασικές προϋποθέσεις για την κανονιστική αποδοχή των εφαρμογών ΑΙ (Muppalla, Maddi and Maddi, 2025; Niazi, 2025; Reyneke *et al.*, 2026; SUNITHA, SAILESH and NAGALAKSHMI, 2026).

Παράλληλα, η σταδιακή ενσωμάτωση της ΑΙ στις κανονιστικές διαδικασίες καθιστά αναγκαία τη στενότερη συνεργασία μεταξύ φαρμακευτικών επιχειρήσεων, τεχνολογικών παρόχων και ρυθμιστικών αρχών. Η ανάπτυξη κοινών προτύπων για την επικύρωση, τη διακυβέρνηση δεδομένων και τη συνεχή παρακολούθηση των συστημάτων μπορεί να συμβάλει στη δημιουργία ενός περισσότερο συνεκτικού και αξιόπιστου κανονιστικού περιβάλλοντος. Ιδιαίτερη σημασία έχει το γεγονός ότι η χρήση ΑΙ για την υποστήριξη μιας διαδικασίας δεν μεταφέρει την ευθύνη της τελικής κανονιστικής απόφασης στο υπολογιστικό

σύστημα· αντίθετα, η ευθύνη για την καταλληλότητα, την αξιοπιστία και την ορθή χρήση των αποτελεσμάτων παραμένει στον οργανισμό και στους αρμόδιους επαγγελματίες (European Medicines Agency, 2024; Muppalla, Maddi and Maddi, 2025; Reyneke *et al.*, 2026).

Συνολικά, η ΑΙ παρουσιάζει σημαντικές δυνατότητες μετασχηματισμού των Κανονιστικών Υποθέσεων, επιτρέποντας τη μετάβαση από διαδικασίες που βασίζονται σε μεγάλο βαθμό στη χειρωνακτική επεξεργασία πληροφοριών προς περισσότερο αυτοματοποιημένα, δεδομενοκεντρικά (data-driven) και προληπτικά μοντέλα κανονιστικής διαχείρισης. Ωστόσο, η ευρεία αξιοποίησή της προϋποθέτει την επίλυση ζητημάτων που αφορούν την ποιότητα των δεδομένων, την επικύρωση και ερμηνευσιμότητα των μοντέλων, την κυβερνοασφάλεια, τη διαφάνεια και τη ρυθμιστική εναρμόνιση. Κατά συνέπεια, η επιτυχής υιοθέτηση της ΑΙ στις Κανονιστικές Υποθέσεις εξαρτάται όχι μόνο από την τεχνολογική ωριμότητα των εφαρμογών, αλλά και από την οργανωσιακή ετοιμότητα, το κατάλληλα καταρτισμένο ανθρώπινο δυναμικό και την ανάπτυξη σαφών πλαισίων διακυβέρνησης και εποπτείας (Niazi, 2025; Reyneke *et al.*, 2026).

2.5.9 Φαρμακοεπαγρύπνηση (Pharmacovigilance)

Η Φαρμακοεπαγρύπνηση (Pharmacovigilance, PV) αποτελεί κρίσιμη λειτουργία της φαρμακοβιομηχανίας και αφορά την ανίχνευση, αξιολόγηση, κατανόηση και πρόληψη ανεπιθύμητων ενεργειών και άλλων προβλημάτων που σχετίζονται με τη χρήση φαρμακευτικών προϊόντων. Η σημασία της είναι ιδιαίτερα αυξημένη κατά τη μετακυκλοφοριακή περίοδο, καθώς η ευρεία χρήση ενός φαρμάκου σε πραγματικές συνθήκες μπορεί να αναδείξει ζητήματα ασφάλειας που δεν ήταν δυνατό να εντοπιστούν πλήρως κατά τις κλινικές δοκιμές. Η συνεχής αύξηση του όγκου και της πολυπλοκότητας των διαθέσιμων δεδομένων έχει δημιουργήσει σημαντικές δυνατότητες για την αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης (AI) στις σχετικές διαδικασίες (Algarvio *et al.*, 2025).

Οι σύγχρονες δραστηριότητες φαρμακοεπαγρύπνησης βασίζονται σε δεδομένα που προέρχονται από πολλαπλές πηγές, όπως συστήματα αυθόρμητης αναφοράς ανεπιθύμητων ενεργειών, ηλεκτρονικούς φακέλους υγείας, κλινικές βάσεις δεδομένων, επιστημονική βιβλιογραφία και άλλες πηγές δεδομένων πραγματικού κόσμου (Real-World Data, RWD). Οι αλγόριθμοι ΑΙ και Μηχανικής Μάθησης μπορούν να επεξεργάζονται μεγάλους όγκους δομημένων και μη δομημένων δεδομένων, να αναγνωρίζουν πρότυπα και να υποστηρίζουν

τον έγκαιρο εντοπισμό πιθανών σημάτων ασφάλειας (Safety Signals) που απαιτούν περαιτέρω διερεύνηση (Algarvio *et al.*, 2025; Khemani *et al.*, 2025).

Ιδιαίτερα σημαντική είναι η συμβολή της Επεξεργασίας Φυσικής Γλώσσας (NLP), η οποία επιτρέπει την εξαγωγή και επεξεργασία πληροφοριών από μη δομημένα κείμενα, όπως κλινικές αναφορές, επιστημονικές δημοσιεύσεις και αναφορές ασθενών. Οι τεχνικές αυτές μπορούν να υποστηρίξουν την αυτοματοποιημένη διαλογή μεμονωμένων αναφορών περιστατικών ασφάλειας (Individual Case Safety Reports, ICSRs), την αναγνώριση ανεπιθύμητων ενεργειών, την ανίχνευση πιθανών διπλότυπων αναφορών και τη διαχείριση σημάτων ασφάλειας, μειώνοντας τον χρόνο που απαιτείται για επαναλαμβανόμενες εργασίες και επιτρέποντας στους επαγγελματίες να επικεντρώνονται σε περισσότερο σύνθετες διαδικασίες επιστημονικής αξιολόγησης (Algarvio *et al.*, 2025; Franchini *et al.*, 2026).

Παράλληλα, η συνδυασμένη αξιοποίηση διαφορετικών πηγών δεδομένων μπορεί να ενισχύσει τη μετακυκλοφοριακή επιτήρηση (Post-Marketing Surveillance) και να διευκολύνει τη μετάβαση από ένα κυρίως αντιδραστικό σε ένα περισσότερο προληπτικό μοντέλο παρακολούθησης της ασφάλειας των φαρμάκων. Η δυνατότητα συνεχούς ή σχεδόν σε πραγματικό χρόνο παρακολούθησης (Real-Time Monitoring) μπορεί να συμβάλει στην ταχύτερη αναγνώριση νέων ή μεταβαλλόμενων προτύπων ασφάλειας και στην έγκαιρη λήψη μέτρων διαχείρισης κινδύνου (Khemani *et al.*, 2025; Saini, Chandel and Bala, 2026).

Συνολικά, η Τεχνητή Νοημοσύνη μπορεί να καταστήσει τη φαρμακοεπαγρύπνηση ταχύτερη, περισσότερο προληπτική και αποτελεσματικότερη στη διαχείριση μεγάλων όγκων δεδομένων. Ωστόσο, η αξιοποίησή της προϋποθέτει υψηλή ποιότητα δεδομένων, κατάλληλη επικύρωση των μοντέλων, διαφάνεια, προστασία των προσωπικών δεδομένων και επαρκή ανθρώπινη εποπτεία (European Medicines Agency, 2024; Algarvio *et al.*, 2025; Saini, Chandel and Bala, 2026). Οι παράγοντες αυτοί δεν αφορούν αποκλειστικά τη φαρμακοεπαγρύπνηση, αλλά αποτελούν ευρύτερες προκλήσεις για την ασφαλή και υπεύθυνη ενσωμάτωση της ΑΙ στη φαρμακοβιομηχανία, οι οποίες εξετάζονται αναλυτικότερα στην επόμενη ενότητα.

2.6 Προκλήσεις και Κίνδυνοι από την Υιοθέτηση της Τεχνητής Νοημοσύνης στη Φαρμακοβιομηχανία

Παρά τις σημαντικές δυνατότητες που προσφέρει η Τεχνητή Νοημοσύνη (AI) σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής του φαρμάκου, η ενσωμάτωσή της στη φαρμακοβιομηχανία συνοδεύεται από τεχνικές, οργανωσιακές, κανονιστικές και δεοντολογικές προκλήσεις. Η σημασία των ζητημάτων αυτών είναι ιδιαίτερα αυξημένη στον φαρμακευτικό κλάδο, όπου οι αποφάσεις μπορούν να επηρεάσουν άμεσα την ποιότητα, την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα των προϊόντων και, κατ' επέκταση, την υγεία των ασθενών (Fu and Chen, 2025; Pasas-Farmer and Jain, 2025).

Μία από τις σημαντικότερες προκλήσεις αφορά την ποιότητα και τη διακυβέρνηση των δεδομένων (Data Quality and Data Governance). Η απόδοση των μοντέλων AI εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ακρίβεια, την πληρότητα, τη συνέπεια και την αντιπροσωπευτικότητα των δεδομένων που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη και την εκπαίδευσή τους. Ελλιπή, μη τυποποιημένα ή μεροληπτικά δεδομένα μπορούν να οδηγήσουν σε ανακριβείς προβλέψεις και να περιορίσουν τη δυνατότητα γενίκευσης των αποτελεσμάτων σε διαφορετικούς πληθυσμούς ή συνθήκες εφαρμογής. Το ζήτημα αποκτά ιδιαίτερη σημασία όταν τα αποτελέσματα των μοντέλων χρησιμοποιούνται για την υποστήριξη κρίσιμων επιστημονικών ή κανονιστικών αποφάσεων (European Medicines Agency, 2024; Fu and Chen, 2025; Mirakhori and Niazi, 2025).

Εξίσου σημαντική πρόκληση αποτελεί η διαφάνεια και η ερμηνευσιμότητα (Transparency and Interpretability) των μοντέλων. Ιδιαίτερα τα σύνθετα συστήματα Βαθιάς Μάθησης (DL) μπορούν να λειτουργούν ως «μαύρα κουτιά» (Black-Box Models), καθιστώντας δύσκολη την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο προκύπτει μια συγκεκριμένη πρόβλεψη ή απόφαση. Σε ένα αυστηρά ρυθμιζόμενο περιβάλλον, η υψηλή προβλεπτική απόδοση δεν επαρκεί από μόνη της· απαιτείται κατάλληλη τεκμηρίωση, αξιολόγηση της αξιοπιστίας του μοντέλου και δυνατότητα επαρκούς ελέγχου των αποτελεσμάτων του. Για τον λόγο αυτό, η ανάπτυξη προσεγγίσεων Επεξηγήσιμης Τεχνητής Νοημοσύνης (Explainable Artificial Intelligence, XAI) αποκτά ιδιαίτερη σημασία για τη φαρμακευτική βιομηχανία (Fu and Chen, 2025; Pasas-Farmer and Jain, 2025).

Παράλληλα, η υιοθέτηση της AI προϋποθέτει σημαντική οργανωσιακή και τεχνολογική ετοιμότητα (Organizational and Technological Readiness). Οι επιχειρήσεις καλούνται να επενδύσουν σε κατάλληλες ψηφιακές υποδομές, διαλειτουργικά συστήματα, διαχείριση δεδομένων και εξειδικευμένο ανθρώπινο δυναμικό. Η έλλειψη επαρκών δεξιοτήτων και

γνώσεων σχετικά με την ΑΙ, καθώς και η δυσκολία συνεργασίας μεταξύ ειδικών επιστημονικών δεδομένων και επαγγελματιών με φαρμακευτική και κανονιστική εξειδίκευση, μπορούν να λειτουργήσουν ως σημαντικοί φραγμοί στην αποτελεσματική εφαρμογή της τεχνολογίας (Lamberti *et al.*, 2019; Holmström, 2022; M. Abdelhaleem Ali and M. Alrobaian, 2024; Herdiana *et al.*, 2026). Η τεχνολογική υιοθέτηση, επομένως, δεν εξαρτάται αποκλειστικά από τη διαθεσιμότητα των κατάλληλων εργαλείων, αλλά και από την ικανότητα του οργανισμού να τα ενσωματώσει αποτελεσματικά στις υφιστάμενες διαδικασίες και στην κουλτούρα του.

Ιδιαίτερη προσοχή απαιτούν επίσης η προστασία προσωπικών δεδομένων (Data Privacy), η δεοντολογία (Ethics), η λογοδοσία (Accountability) και η κυβερνοασφάλεια (Cybersecurity). Η αξιοποίηση μεγάλων όγκων κλινικών, βιολογικών και άλλων ευαίσθητων δεδομένων δημιουργεί κινδύνους που σχετίζονται με την ιδιωτικότητα και την ασφάλεια των πληροφοριών, ενώ η αυξανόμενη αυτοματοποίηση των διαδικασιών εγείρει ερωτήματα σχετικά με την ευθύνη σε περίπτωση εσφαλμένης ή μεροληπτικής απόφασης. Για τον λόγο αυτό, η ανθρώπινη εποπτεία και η σαφής κατανομή αρμοδιοτήτων παραμένουν ουσιώδεις ακόμη και σε περιβάλλοντα υψηλού βαθμού αυτοματοποίησης (European Medicines Agency, 2024; Pasas-Farmer and Jain, 2025).

Τέλος, σημαντική πρόκληση αποτελεί η κανονιστική συμμόρφωση και επικύρωση (Regulatory Compliance and Validation) των συστημάτων ΑΙ. Η δυναμική φύση ορισμένων μοντέλων, η πιθανή μεταβολή της απόδοσής τους με την πάροδο του χρόνου και η εξάρτησή τους από το εκάστοτε πλαίσιο χρήσης καθιστούν αναγκαία την ανάπτυξη κατάλληλων διαδικασιών αξιολόγησης και συνεχούς παρακολούθησης. Οι ρυθμιστικές προσεγγίσεις της EMA και του FDA δίνουν ιδιαίτερη έμφαση στην αξιοπιστία των αποτελεσμάτων, στην ποιότητα των δεδομένων, στη διαχείριση κινδύνου και στην τεκμηρίωση της καταλληλότητας των μοντέλων για τον συγκεκριμένο σκοπό χρήσης τους (FDA, 2023; European Medicines Agency, 2024).

Συνολικά, η επιτυχής ενσωμάτωση της ΑΙ στη φαρμακοβιομηχανία δεν αποτελεί αποκλειστικά τεχνολογική πρόκληση, αλλά προϋποθέτει συνδυασμό αξιόπιστων δεδομένων, κατάλληλων υποδομών, εξειδικευμένου ανθρώπινου δυναμικού, οργανωσιακής ετοιμότητας και σαφούς πλαισίου διακυβέρνησης. Η αντιμετώπιση αυτών των παραγόντων είναι καθοριστική ώστε η υιοθέτηση της ΑΙ να μεταφραστεί σε πραγματική επιχειρησιακή και επιστημονική αξία, χωρίς να υπονομεύονται η ποιότητα, η ασφάλεια και η κανονιστική συμμόρφωση που χαρακτηρίζουν τον φαρμακευτικό κλάδο (Holmström, 2022; Pasas-Farmer and Jain, 2025).

2.7 Οργανωσιακή Ετοιμότητα για την Υιοθέτηση της Τεχνητής Νοημοσύνης

Η επιτυχής εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης (AI) δεν εξαρτάται αποκλειστικά από τις τεχνολογικές δυνατότητες των συστημάτων, αλλά και από τον βαθμό ετοιμότητας των οργανισμών που καλούνται να τα υιοθετήσουν. Η έννοια της οργανωσιακής ετοιμότητας (Organizational Readiness) αναφέρεται στον βαθμό κατά τον οποίο ένας οργανισμός διαθέτει τις απαραίτητες υποδομές, διαδικασίες, δεξιότητες, πόρους και διοικητική υποστήριξη ώστε να ενσωματώσει αποτελεσματικά νέες τεχνολογίες στις λειτουργίες του (Jöhnik, Weißert and Wyrski, 2021; Holmström, 2022).

Η υιοθέτηση της Τεχνητής Νοημοσύνης αποτελεί μέρος ενός ευρύτερου ψηφιακού μετασχηματισμού (Digital Transformation) και προϋποθέτει κατάλληλες ψηφιακές υποδομές, διαθεσιμότητα και ποιότητα δεδομένων, πρόσβαση σε εξειδικευμένο ανθρώπινο δυναμικό και σαφή οργανωσιακή στρατηγική. Η βιβλιογραφία δείχνει ότι οργανισμοί με υψηλότερο επίπεδο ψηφιακής ωριμότητας (Digital Maturity) βρίσκονται σε ευνοϊκότερη θέση για την αποτελεσματική υιοθέτηση και αξιοποίηση εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης (Holmström, 2022; Palade and Carutasu, 2023; Felemban, Sohail and Ruikar, 2024).

Η οργανωσιακή ετοιμότητα αποκτά ιδιαίτερη σημασία στη φαρμακοβιομηχανία, λόγω του υψηλού βαθμού κανονιστικής συμμόρφωσης, της πολυπλοκότητας των διαδικασιών και των αυξημένων απαιτήσεων τεκμηρίωσης και αξιοπιστίας. Ως εκ τούτου, η ενσωμάτωση συστημάτων Τεχνητής Νοημοσύνης δεν αποτελεί αποκλειστικά τεχνολογική αλλαγή, αλλά απαιτεί ευρύτερη οργανωσιακή προσαρμογή στον τρόπο εργασίας, στη λήψη αποφάσεων και στη διαχείριση των δεδομένων (Boruga *et al.*, 2026).

Στο πλαίσιο αυτό, η οργανωσιακή ετοιμότητα για την υιοθέτηση της Τεχνητής Νοημοσύνης μπορεί να εξεταστεί μέσα από τέσσερις βασικές και αλληλένδετες διαστάσεις: την τεχνολογική ετοιμότητα, την ετοιμότητα του ανθρώπινου δυναμικού, τη διοικητική υποστήριξη και την οργανωσιακή κουλτούρα, οι οποίες αναλύονται στις ακόλουθες υποενότητες.

2.7.1 Τεχνολογική Ετοιμότητα

Η τεχνολογική ετοιμότητα (Technological Readiness) αναφέρεται στον βαθμό κατά τον οποίο ένας οργανισμός διαθέτει τις απαραίτητες ψηφιακές υποδομές, τα πληροφοριακά συστήματα, τις δυνατότητες διαχείρισης δεδομένων και τους υπολογιστικούς πόρους που απαιτούνται για την αποτελεσματική ανάπτυξη και αξιοποίηση εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης (Palade and Carutasu, 2023; Uren and Edwards, 2023). Η ύπαρξη κατάλληλης τεχνολογικής βάσης αποτελεί ουσιαστική προϋπόθεση για την ενσωμάτωση της ΑΙ στις οργανωσιακές διαδικασίες και τη μετάβαση από μεμονωμένες πιλοτικές εφαρμογές σε συστηματική αξιοποίησή της.

Ιδιαίτερα κρίσιμο στοιχείο αποτελεί η διαθεσιμότητα επαρκών, αξιόπιστων και υψηλής ποιότητας δεδομένων, καθώς η αποτελεσματικότητα των συστημάτων ΑΙ και Μηχανικής Μάθησης (ML) εξαρτάται άμεσα από τα δεδομένα στα οποία βασίζεται η ανάπτυξη, η εκπαίδευση και η αξιολόγησή τους (Lamberti *et al.*, 2019). Για τον λόγο αυτό, η τεχνολογική ετοιμότητα προϋποθέτει ολοκληρωμένα πληροφοριακά συστήματα, αξιόπιστες και προσβάσιμες βάσεις δεδομένων, επαρκή υπολογιστική ισχύ και δυνατότητα διασύνδεσης διαφορετικών ψηφιακών συστημάτων (Palade and Carutasu, 2023; Fu and Chen, 2025).

Παράλληλα, η ύπαρξη κατάλληλων μηχανισμών διακυβέρνησης δεδομένων (Data Governance) και κυβερνοασφάλειας (Cybersecurity) αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της τεχνολογικής ετοιμότητας, ιδιαίτερα στη φαρμακοβιομηχανία, όπου η ακεραιότητα, η ιχνηλασιμότητα, η ασφάλεια και η εμπιστευτικότητα των δεδομένων συνδέονται άμεσα με τις απαιτήσεις ποιότητας και κανονιστικής συμμόρφωσης (Felemban, Sohail and Ruikar, 2024; Boruga *et al.*, 2026). Συνεπώς, η απουσία επαρκών ψηφιακών υποδομών, ολοκληρωμένων συστημάτων δεδομένων και κατάλληλων μηχανισμών ασφάλειας μπορεί να αποτελέσει σημαντικό εμπόδιο για την ευρεία και αξιόπιστη υιοθέτηση εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης (Lamberti *et al.*, 2019; M. Abdelhaleem Ali and M. Alrobaian, 2024).

2.7.2 Ανθρώπινο Δυναμικό και Δεξιότητες

Η ετοιμότητα του ανθρώπινου δυναμικού αποτελεί βασική διάσταση της οργανωσιακής ετοιμότητας για την υιοθέτηση της Τεχνητής Νοημοσύνης (ΑΙ), καθώς η αποτελεσματική αξιοποίησή της προϋποθέτει εργαζομένους με κατάλληλες γνώσεις και ψηφιακές δεξιότητες. Η έλλειψη εξειδικευμένου προσωπικού και επαρκούς τεχνογνωσίας αναγνωρίζεται ως ένας

από τους σημαντικότερους περιορισμούς για την επιτυχή υιοθέτηση και αξιοποίηση εφαρμογών AI στους οργανισμούς (Lamberti *et al.*, 2019; M. Abdelhaleem Ali and M. Alrobaian, 2024; Felemban, Sohail and Ruikar, 2024).

Ωστόσο, η ετοιμότητα του ανθρώπινου δυναμικού δεν περιορίζεται στην ύπαρξη εξειδικευμένων τεχνικών στελεχών, αλλά περιλαμβάνει και την ανάπτυξη ενός ευρύτερου επιπέδου εγγραμματισμού στην Τεχνητή Νοημοσύνη (AI Literacy) μεταξύ των εργαζομένων. Η κατανόηση των βασικών δυνατοτήτων και περιορισμών των συστημάτων AI, καθώς και η ικανότητα ορθής ερμηνείας και αξιοποίησης των αποτελεσμάτων τους, είναι απαραίτητες ώστε οι εργαζόμενοι να μπορούν να ενσωματώνουν αποτελεσματικά τις νέες τεχνολογίες στις καθημερινές τους δραστηριότητες και στη λήψη αποφάσεων (Neelayapalem, 2026).

Στη φαρμακοβιομηχανία, η ανάγκη αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική λόγω της διεπιστημονικής φύσης του κλάδου. Η ανάπτυξη και εφαρμογή λύσεων AI απαιτεί συχνά τη συνεργασία επιστημόνων διαφορετικών ειδικοτήτων, όπως φαρμακοποιών, χημικών, βιολόγων και στατιστικών, με επιστήμονες δεδομένων (Data Scientists) και ειδικούς πληροφορικής. Ο συνδυασμός της επιστημονικής και φαρμακευτικής γνώσης με δεξιότητες ανάλυσης δεδομένων και τεχνολογίας συμβάλλει στην ορθή ανάπτυξη, αξιολόγηση και εφαρμογή των συστημάτων AI σε πραγματικές επιχειρησιακές διαδικασίες (M. Abdelhaleem Ali and M. Alrobaian, 2024; Fu and Chen, 2025; Pasas-Farmer and Jain, 2025).

Κατά συνέπεια, η συνεχής εκπαίδευση και αναβάθμιση δεξιοτήτων (Upskilling) του προσωπικού αποτελεί σημαντική προϋπόθεση για τη μακροπρόθεσμη αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης. Η τεχνολογική επένδυση από μόνη της δεν επαρκεί, εάν δεν συνοδεύεται από την ανάπτυξη του ανθρώπινου κεφαλαίου που απαιτείται για την υπεύθυνη και αποτελεσματική χρήση των νέων συστημάτων.

2.7.3 Διοικητική Υποστήριξη

Η δέσμευση και η ενεργός υποστήριξη της διοίκησης αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες για την επιτυχή υιοθέτηση της Τεχνητής Νοημοσύνης (AI), καθώς η εφαρμογή της απαιτεί όχι μόνο τεχνολογικούς πόρους αλλά και σαφή στρατηγική κατεύθυνση και οργανωσιακό συντονισμό. Η ανώτατη διοίκηση διαδραματίζει κεντρικό ρόλο στη διαμόρφωση του οράματος για τον ψηφιακό μετασχηματισμό (Digital Transformation), στην ιεράρχηση των σχετικών πρωτοβουλιών και στην κινητοποίηση των απαραίτητων πόρων για την υλοποίησή τους (Henderikx and Stoffers, 2022; Murire, 2024; Suljic, 2025).

Η διοικητική υποστήριξη περιλαμβάνει τον στρατηγικό σχεδιασμό και την ευθυγράμμιση των εφαρμογών AI με τους ευρύτερους στόχους του οργανισμού, καθώς και την εξασφάλιση επαρκών οικονομικών, τεχνολογικών και ανθρώπινων πόρων. Παράλληλα, η διοίκηση καλείται να υποστηρίζει επενδύσεις σε ψηφιακές υποδομές και δεδομένα, αλλά και σε προγράμματα εκπαίδευσης και ανάπτυξης δεξιοτήτων, ώστε οι εργαζόμενοι να είναι σε θέση να αξιοποιήσουν αποτελεσματικά τις νέες τεχνολογίες (Bevilacqua *et al.*, 2025).

Εξίσου σημαντικός είναι ο ρόλος της διοίκησης στη διαχείριση της οργανωσιακής αλλαγής (Organizational Change Management). Η σαφής επικοινωνία των στόχων και των αναμενόμενων οφελών της AI, η παροχή κατάλληλης καθοδήγησης και η υποστήριξη των εργαζομένων κατά τη μετάβαση μπορούν να περιορίσουν την αβεβαιότητα, την αντίσταση στην αλλαγή και το τεχνολογικό άγχος (Technostress), ενισχύοντας παράλληλα την αποδοχή και την πρόθεση χρήσης των νέων συστημάτων (Lada *et al.*, 2023; Feng, Feng and Liu, 2025; K. M. Nguyen *et al.*, 2026).

Συνεπώς, η διοικητική υποστήριξη δεν περιορίζεται στην έγκριση επενδύσεων, αλλά περιλαμβάνει τη δημιουργία των κατάλληλων στρατηγικών και οργανωσιακών συνθηκών για τη βιώσιμη ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης. Η ενεργός συμμετοχή της ηγεσίας μπορεί να λειτουργήσει ως καταλύτης για την αποδοχή των νέων τεχνολογιών από το ανθρώπινο δυναμικό και για την επιτυχή μετάβαση προς περισσότερο ψηφιακά ώριμες μορφές λειτουργίας.

2.7.4 Οργανωσιακή Κουλτούρα

Η οργανωσιακή κουλτούρα (Organizational Culture) αναφέρεται στο σύνολο των κοινών αξιών, αντιλήψεων και συμπεριφορών που επικρατούν σε έναν οργανισμό και επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο οι εργαζόμενοι αντιλαμβάνονται, αποδέχονται και ενσωματώνουν νέες τεχνολογίες στις καθημερινές εργασιακές πρακτικές. Στο πλαίσιο της Τεχνητής Νοημοσύνης (AI), η οργανωσιακή κουλτούρα μπορεί να λειτουργήσει είτε ως παράγοντας διευκόλυνσης είτε ως εμπόδιο στην επιτυχή υιοθέτησή της (Murire, 2024; Bevilacqua *et al.*, 2025).

Οργανισμοί που ενθαρρύνουν την καινοτομία, τη συνεχή μάθηση, τον πειραματισμό και την ευελιξία δημιουργούν ευνοϊκότερες συνθήκες για την αποδοχή και αξιοποίηση εφαρμογών AI. Ιδιαίτερη σημασία έχει επίσης η διατμηματική συνεργασία (Cross-functional Collaboration), καθώς η εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης συχνά εκτείνεται σε

διαφορετικές λειτουργίες ενός οργανισμού και απαιτεί ανταλλαγή γνώσεων και συντονισμό μεταξύ εργαζομένων διαφορετικών επιστημονικών και επαγγελματικών πεδίων (Murire, 2024; Suljic, 2025).

Αντίθετα, η αντίσταση στην οργανωσιακή αλλαγή (Resistance to Organizational Change), το τεχνολογικό άγχος (Technostress), η χαμηλή εμπιστοσύνη στις νέες τεχνολογίες και η αντίληψη ότι η AI μπορεί να απειλήσει υφιστάμενους επαγγελματικούς ρόλους μπορούν να περιορίσουν σημαντικά την αποδοχή και την πρόθεση χρήσης των σχετικών συστημάτων από τους εργαζομένους (Feng, Feng and Liu, 2025; Golgeci *et al.*, 2025). Οι φόβοι σχετικά με πιθανή αντικατάσταση θέσεων εργασίας αποκτούν ιδιαίτερη σημασία όταν η εισαγωγή της AI δεν συνοδεύεται από επαρκή ενημέρωση σχετικά με τον σκοπό και τον τρόπο αξιοποίησής της.

Για τον περιορισμό αυτών των εμποδίων, η διαφάνεια, η ανοιχτή επικοινωνία και η ενεργός συμμετοχή των εργαζομένων στη διαδικασία τεχνολογικής αλλαγής μπορούν να ενισχύσουν την εμπιστοσύνη και να περιορίσουν την αντίσταση απέναντι στην AI (Golgeci *et al.*, 2025). Κατά συνέπεια, η ανάπτυξη μιας οργανωσιακής κουλτούρας που προάγει τη μάθηση, τη συνεργασία, την προσαρμοστικότητα και την εμπιστοσύνη αποτελεί σημαντική προϋπόθεση για τη βιώσιμη ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης στις επιχειρησιακές διαδικασίες.

2.8 Θεωρία Αποδοχής Τεχνολογίας (Technology Acceptance Model, TAM)

Η Θεωρία Αποδοχής της Τεχνολογίας (Technology Acceptance Model, TAM) αποτελεί ένα από τα πλέον διαδεδομένα θεωρητικά πλαίσια για τη μελέτη των παραγόντων που επηρεάζουν την αποδοχή και τη χρήση νέων τεχνολογιών. Παρότι το μοντέλο αναπτύχθηκε αρχικά για την ερμηνεία της αποδοχής πληροφοριακών συστημάτων, εξακολουθεί να χρησιμοποιείται σε σύγχρονες έρευνες και έχει επεκταθεί στη μελέτη της υιοθέτησης εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης (AI) (Ibrahim *et al.*, 2024).

Το TAM βασίζεται κυρίως σε δύο βασικές διαστάσεις: την Αντιλαμβανόμενη Χρησιμότητα (Perceived Usefulness, PU) και την Αντιλαμβανόμενη Ευκολία Χρήσης (Perceived Ease of Use, PEOU). Η Αντιλαμβανόμενη Χρησιμότητα εκφράζει τον βαθμό στον οποίο ένα άτομο θεωρεί ότι η χρήση μιας τεχνολογίας μπορεί να βελτιώσει την απόδοση ή την αποτελεσματικότητά του, ενώ η Αντιλαμβανόμενη Ευκολία Χρήσης αφορά τον βαθμό στον

οποίο η χρήση της τεχνολογίας θεωρείται εύκολη και δεν απαιτεί σημαντική προσπάθεια (Ibrahim *et al.*, 2024).

Οι δύο αυτές διαστάσεις επηρεάζουν τη στάση του χρήστη απέναντι στην τεχνολογία και, κατ' επέκταση, την πρόθεσή του να τη χρησιμοποιήσει. Σύγχρονες εμπειρικές μελέτες στο πεδίο της AI επιβεβαιώνουν τη χρησιμότητα του TAM, καταδεικνύοντας ότι η αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα και η αντιλαμβανόμενη ευκολία χρήσης συνδέονται με θετικότερη στάση απέναντι στην AI και αύξηση της χρήσης της (Ibrahim *et al.*, 2024). Παράλληλα, η αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα της AI μπορεί να ενισχύεται όταν οι εργαζόμενοι αναγνωρίζουν συγκεκριμένα οφέλη από την εφαρμογή της, όπως βελτίωση της αποδοτικότητας, υποστήριξη της λήψης αποφάσεων και αυτοματοποίηση επιμέρους εργασιών (Fu and Chen, 2025; Pasas-Farmer and Jain, 2025).

Ωστόσο, η αποδοχή της AI δεν καθορίζεται αποκλειστικά από τα χαρακτηριστικά της ίδιας της τεχνολογίας. Η διεθνής βιβλιογραφία αναδεικνύει τη σημασία παραγόντων όπως οι γνώσεις και οι ψηφιακές δεξιότητες των εργαζομένων, η οργανωσιακή υποστήριξη και η κατάλληλη εκπαίδευση, οι οποίοι μπορούν να διευκολύνουν την εξοικείωση με τα συστήματα AI και να περιορίσουν την αβεβαιότητα που συνοδεύει την εισαγωγή νέων τεχνολογιών (Felemban, Sohail and Ruikar, 2024; Feng, Feng and Liu, 2025).

Επιπλέον, η οργανωσιακή κουλτούρα και το εργασιακό περιβάλλον μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά τη στάση των εργαζομένων απέναντι στην AI. Οργανισμοί που ενθαρρύνουν την καινοτομία, τη συνεχή μάθηση, τη συνεργασία και τη συμμετοχή των εργαζομένων, δημιουργούν ευνοϊκότερες συνθήκες για την αποδοχή νέων τεχνολογιών. Αντίθετα, η αντίσταση στην αλλαγή, το τεχνολογικό άγχος και ο φόβος πιθανών επιπτώσεων στην απασχόληση μπορούν να περιορίσουν την πρόθεση χρήσης τους (Murire, 2024; Golgeci *et al.*, 2025).

Συνεπώς, το TAM παρέχει ένα κατάλληλο θεωρητικό πλαίσιο για την κατανόηση της ατομικής αποδοχής της Τεχνητής Νοημοσύνης, ενώ η συνεξέταση οργανωσιακών και ανθρώπινων παραγόντων επιτρέπει μια πληρέστερη προσέγγιση της διαδικασίας υιοθέτησής της. Η διάκριση αυτή είναι ιδιαίτερα σημαντική στο πλαίσιο οργανισμών με σύνθετες και αυστηρά ρυθμιζόμενες διαδικασίες, όπως οι φαρμακευτικές επιχειρήσεις (Ibrahim *et al.*, 2024; Pasas-Farmer and Jain, 2025).

2.8.1 Αντιλαμβανόμενη Χρησιμότητα (Perceived Usefulness)

Η Αντιλαμβανόμενη Χρησιμότητα (Perceived Usefulness, PU) αναφέρεται στον βαθμό στον οποίο ένα άτομο θεωρεί ότι η χρήση μιας συγκεκριμένης τεχνολογίας μπορεί να βελτιώσει την εργασιακή του απόδοση και να συμβάλει στην αποτελεσματικότερη εκτέλεση των καθηκόντων του. Αποτελεί μία από τις βασικές διαστάσεις του Μοντέλου Αποδοχής της Τεχνολογίας και έναν από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν τη στάση και την πρόθεση των χρηστών να υιοθετήσουν εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης (Kelly, Kaye and Oviedo-Trespalacios, 2023; Ibrahim *et al.*, 2024; Reddy, 2024).

Στο εργασιακό περιβάλλον, η αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα της ΑΙ συνδέεται με την προσδοκία ότι η τεχνολογία μπορεί να μειώσει τον χρόνο εκτέλεσης εργασιών, να βελτιώσει την ακρίβεια και την ποιότητα των αποτελεσμάτων, να υποστηρίξει τη λήψη αποφάσεων και να αυξήσει συνολικά την παραγωγικότητα. Παράλληλα, η δυνατότητα αυτοματοποίησης επαναλαμβανόμενων εργασιών και επεξεργασίας μεγάλων όγκων δεδομένων μπορεί να επιτρέψει στους εργαζομένους να επικεντρωθούν σε δραστηριότητες υψηλότερης προστιθέμενης αξίας (Reddy, 2024).

Η διάσταση αυτή αποκτά ιδιαίτερη σημασία στη φαρμακοβιομηχανία, όπου, όπως αναπτύχθηκε στις προηγούμενες ενότητες, η ΑΙ μπορεί να υποστηρίξει ένα ευρύ φάσμα δραστηριοτήτων, από την έρευνα και ανάπτυξη και τις κλινικές δοκιμές έως την παραγωγή, τον ποιοτικό έλεγχο, τις κανονιστικές υποθέσεις και τη φαρμακοεπαγρύπνηση. Επομένως, η αντίληψη των εργαζομένων ότι τα συστήματα ΑΙ μπορούν να προσφέρουν ουσιαστικά και πρακτικά οφέλη στην καθημερινή εργασία τους αναμένεται να αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την αποδοχή και την πρόθεση χρήσης τους. Σύγχρονες μελέτες επιβεβαιώνουν ότι η υψηλότερη αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα συνδέεται με θετικότερη στάση και αύξηση της χρήσης εφαρμογών ΑΙ (Ibrahim *et al.*, 2024).

2.8.2 Αντιλαμβανόμενη Ευκολία Χρήσης (Perceived Ease of Use)

Η Αντιλαμβανόμενη Ευκολία Χρήσης (Perceived Ease of Use, PEOU) αναφέρεται στον βαθμό στον οποίο ένα άτομο θεωρεί ότι η χρήση μιας συγκεκριμένης τεχνολογίας είναι εύκολη, κατανοητή και δεν απαιτεί σημαντική προσπάθεια. Αποτελεί μία από τις βασικές διαστάσεις του Μοντέλου Αποδοχής Τεχνολογίας και έχει αναγνωριστεί ως σημαντικός

παράγοντας για την αποδοχή εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης (Chatterjee *et al.*, 2021; Ibrahim *et al.*, 2024; Reddy, 2024).

Ακόμη και όταν μια τεχνολογία προσφέρει σημαντικά οφέλη, η πολυπλοκότητα στη χρήση της μπορεί να λειτουργήσει ανασταλτικά στην αποδοχή της. Αντίθετα, συστήματα ΑΙ που είναι φιλικά προς τον χρήστη, κατανοητά και μπορούν να ενσωματωθούν αποτελεσματικά στις υπάρχουσες ροές εργασίας είναι πιθανότερο να γίνουν αποδεκτά από τους εργαζομένους. Για τον λόγο αυτό, η κατάλληλη εκπαίδευση, η ανάπτυξη ψηφιακών δεξιοτήτων και ο εύχρηστος σχεδιασμός των εφαρμογών αποτελούν σημαντικές προϋποθέσεις για την αποτελεσματική ενσωμάτωσή τους στο εργασιακό περιβάλλον (Reddy, 2024).

Η Αντιλαμβανόμενη Ευκολία Χρήσης συνδέεται επίσης με την Αντιλαμβανόμενη Χρησιμότητα, καθώς ένα σύστημα που απαιτεί μικρότερη προσπάθεια και είναι ευκολότερο στην καθημερινή χρήση μπορεί να θεωρηθεί από τους χρήστες περισσότερο ωφέλιμο για την εκτέλεση των εργασιών τους (Chatterjee *et al.*, 2021; Ibrahim *et al.*, 2024). Ωστόσο, η επίδραση της ευκολίας χρήσης στην αποδοχή της ΑΙ δεν είναι πάντοτε εξίσου ισχυρή με εκείνη της αντιλαμβανόμενης χρησιμότητας. Σε περιβάλλοντα όπου οι χρήστες διαθέτουν ήδη υψηλό επίπεδο ψηφιακής εξοικείωσης, η ευκολία χρήσης μπορεί να διαδραματίζει μικρότερο ρόλο στη διαμόρφωση της πρόθεσης υιοθέτησης της τεχνολογίας (Kelly, Kaye and Oviedo-Trespalacios, 2023; Ibrahim *et al.*, 2024).

2.8.3 Στάση απέναντι στην Τεχνολογία

Η στάση απέναντι στην τεχνολογία (Attitude Toward Technology) εκφράζει τη συνολική θετική ή αρνητική αξιολόγηση ενός ατόμου σχετικά με τη χρήση μιας τεχνολογίας και αποτελεί σημαντικό παράγοντα για την αποδοχή και την πρόθεση χρήσης της. Στην περίπτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης, η στάση των χρηστών δεν διαμορφώνεται αποκλειστικά από την αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα και την ευκολία χρήσης, αλλά επηρεάζεται και από παράγοντες όπως η προηγούμενη εμπειρία, το επίπεδο γνώσεων, η εμπιστοσύνη στην τεχνολογία και οι αντιλήψεις σχετικά με τους πιθανούς κινδύνους της (Kelly, Kaye and Oviedo-Trespalacios, 2023; Kim, 2024).

Ιδιαίτερα σημαντικός παράγοντας είναι η εμπιστοσύνη στα συστήματα ΑΙ. Η αντίληψη ότι ένα σύστημα παρέχει αξιόπιστα και ασφαλή αποτελέσματα μπορεί να ενισχύσει τη θετική στάση και την αύξηση της χρήσης του, ενώ ανησυχίες σχετικά με την προστασία των προσωπικών δεδομένων, την ασφάλεια και την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων μπορούν να

λειτουργήσουν ανασταλτικά στην αποδοχή του (Dhagarra, Goswami and Kumar, 2020; Kelly, Kaye and Oviedo-Trespalcacios, 2023).

Παράλληλα, η γνώση και η εξοικείωση με την ΑΙ μπορούν να επηρεάσουν τον τρόπο με τον οποίο οι εργαζόμενοι αξιολογούν τις δυνατότητες και τους περιορισμούς της. Η καλύτερη κατανόηση της τεχνολογίας μπορεί να περιορίσει την αβεβαιότητα και να διευκολύνει τη διαμόρφωση περισσότερο τεκμηριωμένων στάσεων απέναντι στη χρήση της. Αντίθετα, η περιορισμένη γνώση, η τεχνολογική ανασφάλεια και η αντίληψη ότι η ΑΙ μπορεί να απειλήσει ή να αντικαταστήσει υφιστάμενους επαγγελματικούς ρόλους μπορούν να οδηγήσουν σε περισσότερο επιφυλακτική ή αρνητική στάση απέναντι στην υιοθέτησή της (Kelly, Kaye and Oviedo-Trespalcacios, 2023; Cicin and Çetin Gürkan, 2026).

Συνεπώς, η στάση των εργαζομένων απέναντι στην ΑΙ διαμορφώνεται μέσα από έναν συνδυασμό αντιλαμβανόμενων ωφελειών, γνώσης, εμπιστοσύνης και αντιλαμβανόμενων κινδύνων. Η κατανόηση αυτών των παραγόντων είναι ιδιαίτερα σημαντική για οργανισμούς που επιδιώκουν την ενσωμάτωση συστημάτων ΑΙ, καθώς ακόμη και τεχνολογικά προηγμένες εφαρμογές μπορεί να μην αξιοποιηθούν αποτελεσματικά εάν δεν συνοδεύονται από επαρκή εμπιστοσύνη και αποδοχή από τους τελικούς χρήστες (Kim, 2024).

2.8.4 Σύνδεση του TAM με την Παρούσα Έρευνα

Η παρούσα μελέτη αξιοποιεί βασικές διαστάσεις της Θεωρίας Αποδοχής Τεχνολογίας (Technology Acceptance Model, TAM) ως θεωρητικό πλαίσιο για την κατανόηση των παραγόντων που επηρεάζουν την αποδοχή της Τεχνητής Νοημοσύνης από τους εργαζομένους των φαρμακοβιομηχανιών της Κύπρου. Η επιλογή του συγκεκριμένου θεωρητικού πλαισίου κρίνεται κατάλληλη, καθώς η σύγχρονη βιβλιογραφία έχει αξιοποιήσει το TAM και επεκτάσεις του για τη διερεύνηση της αποδοχής εφαρμογών ΑΙ σε διαφορετικά επαγγελματικά και οργανωσιακά περιβάλλοντα (Kelly, Kaye and Oviedo-Trespalcacios, 2023; Ibrahim *et al.*, 2024; Reddy, 2024).

Στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας εξετάζονται παράγοντες που συνδέονται άμεσα ή έμμεσα με βασικές διαστάσεις του TAM, όπως η αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα της ΑΙ, η στάση των εργαζομένων απέναντι στη χρήση της και η πρόθεση μελλοντικής αξιοποίησής της. Παράλληλα, διερευνώνται οι προσδοκίες σχετικά με τα οφέλη που μπορεί να προσφέρει η ΑΙ στην αποδοτικότητα, στην παραγωγικότητα και στη λήψη αποφάσεων, καθώς και οι ανησυχίες των εργαζομένων σχετικά με πιθανούς κινδύνους και περιορισμούς. Η

βιβλιογραφία δείχνει ότι η αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα, η εμπιστοσύνη και οι αντιλήψεις σχετικά με τα οφέλη και τους κινδύνους της ΑΙ μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά την πρόθεση αποδοχής και χρήσης της τεχνολογίας (Dhagarra, Goswami and Kumar, 2020; Kelly, Kaye and Oviedo-Trespalcacios, 2023; Reddy, 2024).

Η έρευνα εξετάζει επιπλέον το επίπεδο γνώσης και κατανόησης της ΑΙ, καθώς και στοιχεία της οργανωσιακής ετοιμότητας, όπως η διαθεσιμότητα και οργάνωση των δεδομένων, η τεχνολογική υποδομή και ο βαθμός στον οποίο οι επιχειρήσεις εμφανίζονται ανοικτές στην υιοθέτηση εφαρμογών ΑΙ. Με τον τρόπο αυτό, το θεωρητικό πλαίσιο του TAM συνδυάζεται με οργανωσιακούς παράγοντες που μπορούν να διευκολύνουν ή να περιορίσουν την πραγματική υιοθέτηση της τεχνολογίας, προσφέροντας μια ευρύτερη προσέγγιση στην εξέταση της αποδοχής της ΑΙ (Chatterjee *et al.*, 2021; Palade and Carutasu, 2023).

Συνεπώς, το TAM δεν χρησιμοποιείται στην παρούσα μελέτη ως ένα αυστηρά εφαρμοζόμενο μοντέλο πρόβλεψης της συμπεριφοράς, αλλά ως θεωρητικό πλαίσιο ερμηνείας των αντιλήψεων και στάσεων των εργαζομένων. Η σύνδεσή του με τις διαστάσεις της γνώσης και της οργανωσιακής ετοιμότητας επιτρέπει μια περισσότερο ολοκληρωμένη διερεύνηση των παραγόντων που μπορούν να επηρεάσουν την αποδοχή και τη μελλοντική αξιοποίηση της ΑΙ στις φαρμακοβιομηχανίες της Κύπρου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

3.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζεται η μεθοδολογική προσέγγιση που ακολουθήθηκε για τη διερεύνηση της ετοιμότητας, της αποδοχής και της εφαρμογής της Τεχνητής Νοημοσύνης (AI) στις φαρμακοβιομηχανίες της Κύπρου. Ειδικότερα, περιγράφονται ο ερευνητικός σχεδιασμός, ο πληθυσμός και το δείγμα της έρευνας, το ερευνητικό εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε, η διαδικασία συλλογής των δεδομένων, τα ζητήματα δεοντολογίας και προστασίας των συμμετεχόντων, καθώς και οι στατιστικές μέθοδοι που εφαρμόστηκαν για την επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων.

Για την επίτευξη των ερευνητικών στόχων επιλέχθηκε ποσοτική ερευνητική προσέγγιση, η οποία επέτρεψε τη συστηματική συλλογή, ποσοτικοποίηση και στατιστική επεξεργασία των δεδομένων. Η συγκεκριμένη προσέγγιση κρίθηκε κατάλληλη για τους σκοπούς της μελέτης, καθώς επέτρεψε την αποτύπωση του επιπέδου γνώσης και κατανόησης της AI, των αντιλήψεων και στάσεων των εργαζομένων, του βαθμού οργανωσιακής ετοιμότητας των επιχειρήσεων, καθώς και της υφιστάμενης και δυνητικής αξιοποίησης εφαρμογών AI σε διαφορετικές λειτουργίες της φαρμακοβιομηχανίας. Παράλληλα, κατέστη δυνατή η διερεύνηση διαφορών και σχέσεων μεταξύ των επιμέρους μεταβλητών της έρευνας.

3.2 Ερευνητικός Σχεδιασμός

Η παρούσα μελέτη βασίστηκε σε ποσοτικό, περιγραφικό και διερευνητικό ερευνητικό σχεδιασμό. Η ποσοτική προσέγγιση επιλέχθηκε καθώς επέτρεψε την τυποποιημένη καταγραφή και ποσοτική αποτίμηση των γνώσεων, αντιλήψεων και στάσεων των συμμετεχόντων σχετικά με την Τεχνητή Νοημοσύνη, καθώς και χαρακτηριστικών που σχετίζονται με την οργανωσιακή ετοιμότητα των φαρμακευτικών επιχειρήσεων.

Ο περιγραφικός χαρακτήρας της έρευνας επέτρεψε την αποτύπωση της υφιστάμενης κατάστασης ως προς το επίπεδο γνώσης και κατανόησης της AI, τις στάσεις των εργαζομένων απέναντι στην τεχνολογία, τον βαθμό χρήσης σχετικών εφαρμογών και την ετοιμότητα των επιχειρήσεων για την περαιτέρω υιοθέτησή τους. Παράλληλα, ο

διερευνητικός χαρακτήρας της μελέτης επέτρεψε την εξέταση πιθανών διαφορών και σχέσεων μεταξύ επιμέρους μεταβλητών, όπως τα δημογραφικά και επαγγελματικά χαρακτηριστικά των συμμετεχόντων, το επίπεδο γνώσης και εξοικείωσης με την ΑΙ, οι στάσεις απέναντι στη χρήση της και οι παράγοντες οργανωσιακής ετοιμότητας.

Η έρευνα ακολούθησε διατομεακό σχεδιασμό, καθώς τα δεδομένα συλλέχθηκαν σε μία συγκεκριμένη χρονική περίοδο, χωρίς επαναλαμβανόμενες μετρήσεις στους ίδιους συμμετέχοντες. Ο συγκεκριμένος σχεδιασμός κρίθηκε κατάλληλος για την αποτύπωση των γνώσεων, αντιλήψεων και στάσεων του υπό μελέτη πληθυσμού κατά τον χρόνο διεξαγωγής της έρευνας.

Η συλλογή των πρωτογενών δεδομένων πραγματοποιήθηκε μέσω δομημένου ηλεκτρονικού ερωτηματολογίου, το οποίο επέτρεψε την τυποποιημένη καταγραφή των απαντήσεων και τη συγκέντρωση ποσοτικών δεδομένων κατάλληλων για στατιστική επεξεργασία. Το ηλεκτρονικό ερωτηματολόγιο διευκόλυνε την προσέγγιση εργαζομένων από διαφορετικές φαρμακευτικές επιχειρήσεις και λειτουργικά τμήματα, επιτρέποντας τη διερεύνηση της ΑΙ από διαφορετικές επαγγελματικές και οργανωσιακές οπτικές εντός του φαρμακευτικού κλάδου.

3.3 Πληθυσμός και Δείγμα της Έρευνας

Πληθυσμό-στόχο της παρούσας έρευνας αποτέλεσαν οι εργαζόμενοι σε φαρμακευτικές επιχειρήσεις που δραστηριοποιούνται στην Κυπριακή Δημοκρατία. Η έρευνα απευθύνθηκε σε εργαζομένους διαφορετικών λειτουργικών τμημάτων και διαφορετικών επιπέδων ιεραρχίας, με στόχο την αποτύπωση ενός όσο το δυνατόν ευρύτερου φάσματος γνώσεων, αντιλήψεων και εμπειριών σχετικά με την Τεχνητή Νοημοσύνη (ΑΙ) και την εφαρμογή της στον φαρμακευτικό κλάδο.

Ειδικότερα, στο δείγμα συμμετείχαν εργαζόμενοι από τμήματα όπως η Έρευνα και Ανάπτυξη (Research & Development, R&D), ο Ποιοτικός Έλεγχος (Quality Control, QC), η Διασφάλιση Ποιότητας (Quality Assurance, QA), η Παραγωγή (Production/Manufacturing), οι Κανονιστικές Υποθέσεις (Regulatory Affairs, RA), η Εφοδιαστική Αλυσίδα (Supply Chain/Logistics), η Πληροφορική (Information Technology, IT), το Εμπορικό Τμήμα (Commercial/Marketing), η Μηχανική και Συντήρηση (Engineering/Maintenance), το Ανθρώπινο Δυναμικό (Human Resources, HR), το Νομικό Τμήμα (Legal), καθώς και στελέχη της διοίκησης. Η συμμετοχή εργαζομένων από διαφορετικές λειτουργικές περιοχές

κρίθηκε σημαντική, καθώς οι δυνατότητες εφαρμογής της ΑΙ, ο βαθμός εξοικείωσης με αυτή και οι ανάγκες κάθε τμήματος ενδέχεται να διαφοροποιούνται σημαντικά.

Η επιλογή του δείγματος πραγματοποιήθηκε με μη πιθανοθεωρητική δειγματοληψία ευκολίας, καθώς δεν υπήρχε διαθέσιμο πλήρες μητρώο του πληθυσμού-στόχου από το οποίο θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί τυχαία επιλογή συμμετεχόντων. Η πρόσβαση στους εργαζομένους βασίστηκε επομένως στη δυνατότητα επικοινωνίας μαζί τους και στην εθελοντική προθυμία τους να συμμετάσχουν στην έρευνα.

Παράλληλα, εφαρμόστηκαν στοιχεία σκόπιμης δειγματοληψίας, καθώς η διανομή του ερωτηματολογίου κατευθύνθηκε ειδικά προς εργαζομένους του φαρμακευτικού κλάδου στην Κύπρο. Για την προσέγγιση του πληθυσμού-στόχου πραγματοποιήθηκε απευθείας επικοινωνία μέσω προσωπικών μηνυμάτων με εργαζομένους τεσσάρων μεγάλων φαρμακευτικών εταιρειών που δραστηριοποιούνται στην Κύπρο (Remedica, Medochemie, Delorbis Pharmaceuticals και AVVA Pharmaceuticals), ενώ παράλληλα το ερωτηματολόγιο δημοσιοποιήθηκε μέσω της επαγγελματικής πλατφόρμας LinkedIn, προκειμένου να διευρυνθεί η δυνατότητα συμμετοχής εργαζομένων του κλάδου.

Η συγκεκριμένη στρατηγική δειγματοληψίας επέτρεψε τη συγκέντρωση δεδομένων από εργαζομένους με διαφορετικό επαγγελματικό και λειτουργικό υπόβαθρο. Ωστόσο, λόγω του μη πιθανοθεωρητικού χαρακτήρα της δειγματοληψίας, το δείγμα δεν μπορεί να θεωρηθεί πλήρως αντιπροσωπευτικό του συνόλου των εργαζομένων της κυπριακής φαρμακοβιομηχανίας. Ως εκ τούτου, η γενίκευση των αποτελεσμάτων στο σύνολο του πληθυσμού θα πρέπει να πραγματοποιείται με σχετική προσοχή. Ο περιορισμός αυτός λαμβάνεται υπόψη κατά την ερμηνεία των αποτελεσμάτων της έρευνας.

3.4 Ερευνητικό Εργαλείο

Για τη συλλογή των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε δομημένο ηλεκτρονικό ερωτηματολόγιο, το οποίο σχεδιάστηκε ειδικά για τις ανάγκες της παρούσας έρευνας. Το ερωτηματολόγιο είχε ως στόχο τη διερεύνηση των γνώσεων, των αντιλήψεων και των στάσεων των εργαζομένων στη φαρμακοβιομηχανία σχετικά με την Τεχνητή Νοημοσύνη (ΑΙ), καθώς και την αποτύπωση της υφιστάμενης χρήσης, των πιθανών εφαρμογών και του βαθμού ετοιμότητας των επιχειρήσεων για την περαιτέρω υιοθέτησή της.

Το ερωτηματολόγιο δημιουργήθηκε σε ηλεκτρονική μορφή μέσω της πλατφόρμας Google Forms, ώστε να διευκολύνεται η πρόσβαση και η συμμετοχή εργαζομένων από διαφορετικές φαρμακευτικές επιχειρήσεις και λειτουργικά τμήματα. Η εκτιμώμενη διάρκεια συμπλήρωσης ήταν περίπου 10 λεπτά. Πριν από την έναρξη των ερωτήσεων, οι συμμετέχοντες ενημερώνονταν για τον σκοπό της έρευνας, τον εθελοντικό και ανώνυμο χαρακτήρα της συμμετοχής και τη χρήση των δεδομένων αποκλειστικά για ερευνητικούς σκοπούς.

Το τελικό ερευνητικό εργαλείο οργανώθηκε σε οκτώ κύρια μέρη (Α–Η), τα οποία κάλυπταν διαφορετικές διαστάσεις του ερευνητικού αντικειμένου:

Μέρος Α – Δημογραφικά και Επαγγελματικό Προφίλ: Περιλάμβανε ερωτήσεις σχετικά με την ηλικιακή ομάδα, το επίπεδο εκπαίδευσης, το λειτουργικό τμήμα απασχόλησης, το επίπεδο θέσης και τα έτη εμπειρίας στο συγκεκριμένο τμήμα. Με τον τρόπο αυτό συλλέχθηκαν τα βασικά χαρακτηριστικά που απαιτούνταν για την περιγραφή του δείγματος και τη διερεύνηση πιθανών διαφοροποιήσεων μεταξύ επιμέρους ομάδων εργαζομένων.

Μέρος Β – Γνώση και Κατανόηση Εννοιών ΑΙ: Εξετάστηκε το επίπεδο εξοικείωσης των συμμετεχόντων με την ΑΙ και με συναφείς έννοιες, όπως Data Analytics, Machine Learning, Generative AI, Agentic AI, Predictive Modeling, Natural Language Processing και Data Governance & Privacy. Παράλληλα, διερευνήθηκε η κατανόηση των διαφορών μεταξύ επιμέρους τεχνολογιών και συμπεριλήφθηκαν ερωτήσεις γνώσεων πολλαπλής επιλογής.

Μέρος Γ – Πληροφορίες για την Εταιρεία: Συλλέχθηκαν στοιχεία σχετικά με το μέγεθος και τον τύπο της επιχείρησης, τις κύριες δραστηριότητές της, τον βαθμό συστηματικής συλλογής και ψηφιοποίησης δεδομένων, τη χρήση αυτοματοποιημένων συστημάτων συλλογής δεδομένων, τη γενικότερη στάση της επιχείρησης απέναντι στην ΑΙ και την ύπαρξη συγκεκριμένου ατόμου ή τμήματος υπεύθυνου για την αξιολόγηση σχετικών έργων.

Μέρος Δ – Αντίληψη και Στάση απέναντι στην ΑΙ: Διερευνήθηκαν η άνεση των εργαζομένων ως προς τη χρήση εργαλείων ΑΙ, η αντίληψη σχετικά με τη συμβολή τους στην αποδοτικότητα και στη λήψη αποφάσεων, η εμπιστοσύνη στα αποτελέσματά τους όταν αυτά συνοδεύονται από κατάλληλη τεκμηρίωση, καθώς και τα συναισθήματα των συμμετεχόντων απέναντι στην ενσωμάτωση της ΑΙ στην εργασία. Εξετάστηκε επίσης ο βαθμός ανησυχίας σχετικά με ζητήματα ιδιωτικότητας και κανονιστικής συμμόρφωσης.

Μέρος Ε – Τρέχουσα Χρήση και Πιθανές Εφαρμογές ΑΙ: Το μέρος αυτό περιλάμβανε αρχικά έναν κοινό πυρήνα ερωτήσεων για όλους τους συμμετέχοντες, σχετικά με τη χρήση της ΑΙ σε δραστηριότητες όπως η στατιστική ανάλυση δεδομένων, η δημιουργία και σύνοψη

εγγράφων, η αναζήτηση πληροφοριών, η υποστήριξη αποφάσεων, η διερεύνηση αποκλίσεων και η τεκμηρίωση CAPA, οι επικοινωνίες, οι γενικοί βοηθοί AI και οι μεταφράσεις. Στη συνέχεια, οι συμμετέχοντες αξιολογούσαν εξειδικευμένες πιθανές εφαρμογές της AI ανάλογα με το λειτουργικό τμήμα στο οποίο εργάζονταν. Για τον σκοπό αυτό προβλέφθηκαν διαφορετικές ομάδες ερωτήσεων για R&D Formulation Development, R&D Analytical Development, QC, QA, Regulatory Affairs/Pharmacovigilance, Production/Manufacturing, Engineering/Maintenance, Human Resources, Supply Chain/Logistics, Commercial/Marketing/Customer Service, IT, Legal και Senior Management.

Μέρος ΣΤ – Αντιλαμβανόμενα Οφέλη, Εμπόδια και Κίνδυνοι από την Υιοθέτηση AI:

Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να αξιολογήσουν πιθανά οφέλη, όπως η αύξηση της αποδοτικότητας και της παραγωγικότητας, η ενίσχυση της ακρίβειας, η αυξημένη δυνατότητα επεξεργασίας δεδομένων και η υποστήριξη στρατηγικών αποφάσεων. Παράλληλα, αξιολογήθηκαν εμπόδια όπως η ετοιμότητα των δεδομένων, το κόστος, η έλλειψη εξειδικευμένου προσωπικού, οι απαιτήσεις υποδομών και εκπαίδευσης, η κανονιστική συμμόρφωση, η πολυπλοκότητα της επικύρωσης και η οργανωσιακή κουλτούρα, καθώς και κίνδυνοι που σχετίζονται με λανθασμένα αποτελέσματα, υπερεξάρτηση από αυτοματοποιημένα συστήματα και κυβερνοασφάλεια.

Μέρος Ζ – Μελλοντική Ετοιμότητα και Στρατηγική Υιοθέτησης AI:

Εξετάστηκε ο αντιλαμβανόμενος βαθμός ετοιμότητας της επιχείρησης για την υιοθέτηση της AI, η ύπαρξη διαδικασιών για τη διαχείριση, εποπτεία και ακεραιότητα των δεδομένων, καθώς και οι προτιμώμενες προσεγγίσεις για τη μελλοντική εφαρμογή σχετικών τεχνολογιών, όπως η χρήση έτοιμων εμπορικών εργαλείων, η ανάπτυξη εσωτερικών συστημάτων ή η ανάθεση της ανάπτυξης σε εξωτερικούς συνεργάτες.

Μέρος Η – Σύντομες Ανοιχτές Ερωτήσεις:

Το τελευταίο μέρος περιλάμβανε δύο ανοιχτές ερωτήσεις, μέσω των οποίων οι συμμετέχοντες μπορούσαν να αναφέρουν ποιο πρόβλημα της καθημερινής τους εργασίας θα επιθυμούσαν να αντιμετωπιστεί μέσω της AI και ποιο εργαλείο AI θα επέλεγαν να υλοποιήσουν άμεσα στο τμήμα τους. Με τον τρόπο αυτό δόθηκε η δυνατότητα καταγραφής απόψεων και αναγκών που ενδεχομένως δεν καλύπτονταν από τις προκαθορισμένες επιλογές του ερωτηματολογίου.

Για την πλειονότητα των ερωτήσεων χρησιμοποιήθηκαν πενταβάθμιες κλίμακες τύπου Likert, προσαρμοσμένες στο περιεχόμενο κάθε ενότητας. Ανάλογα με την εξεταζόμενη μεταβλητή, οι κλίμακες κυμαίνονταν από «Καθόλου» έως «Πάρα πολύ», από «Διαφωνώ απόλυτα» έως «Συμφωνώ απόλυτα» ή από «Καθόλου/Δεν χρησιμοποιείται» έως «Σε πολύ μεγάλο βαθμό».

Η δομή του ερωτηματολογίου επέτρεψε, επομένως, την ταυτόχρονη διερεύνηση τόσο ατομικών παραγόντων, όπως οι γνώσεις, οι αντιλήψεις και οι στάσεις των εργαζομένων, όσο και οργανωσιακών παραγόντων, όπως η ετοιμότητα των δεδομένων, οι διαθέσιμες υποδομές, η υφιστάμενη χρήση της ΑΙ και η στρατηγική πρόθεση μελλοντικής υιοθέτησής της. Παράλληλα, η διαφοροποίηση των ερωτήσεων ανά λειτουργικό τμήμα επέτρεψε την εξέταση εφαρμογών της ΑΙ που ανταποκρίνονται στις ιδιαίτερες ανάγκες και δραστηριότητες διαφορετικών λειτουργιών της φαρμακοβιομηχανίας.

Το πλήρες ερωτηματολόγιο της έρευνας παρατίθεται στο Παράρτημα Α.

3.5 Διαδικασία Συλλογής Δεδομένων

Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε ηλεκτρονικά μέσω δομημένου ερωτηματολογίου, το οποίο δημιουργήθηκε στην πλατφόρμα Google Forms. Η διανομή του πραγματοποιήθηκε μέσω προσωπικών μηνυμάτων προς εργαζομένους τεσσάρων μεγάλων φαρμακευτικών εταιρειών που δραστηριοποιούνται στην Κύπρο, συγκεκριμένα των Remedica, Medochemie, Delorbis Pharmaceuticals και AVVA Pharmaceuticals. Παράλληλα, το ερωτηματολόγιο δημοσιοποιήθηκε μέσω του επαγγελματικού δικτύου LinkedIn, με στόχο τη διεύρυνση της συμμετοχής εργαζομένων του φαρμακευτικού κλάδου.

Η ηλεκτρονική μορφή του ερωτηματολογίου διευκόλυνε την άμεση πρόσβαση των συμμετεχόντων, την ανώνυμη συλλογή των απαντήσεων και την αυτοματοποιημένη καταγραφή των δεδομένων για την επακόλουθη στατιστική τους επεξεργασία.

3.6 Ηθικά Ζητήματα και Προστασία Προσωπικών Δεδομένων

Η συμμετοχή στην έρευνα ήταν εθελοντική και ανώνυμη, ενώ πριν από τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου οι συμμετέχοντες ενημερώνονταν σχετικά με τον σκοπό της μελέτης και τη χρήση των δεδομένων αποκλειστικά για ακαδημαϊκούς σκοπούς. Δεν συλλέχθηκαν στοιχεία που να επιτρέπουν την άμεση ταυτοποίηση των συμμετεχόντων, ενώ τα αποτελέσματα αναλύθηκαν και παρουσιάζονται σε συγκεντρωτική μορφή, με σεβασμό στις αρχές προστασίας προσωπικών δεδομένων.

3.7 Στατιστική Ανάλυση Δεδομένων

Μετά την ολοκλήρωση της συλλογής των δεδομένων, οι απαντήσεις της ελληνικής και της αγγλικής έκδοσης του ερωτηματολογίου ενοποιήθηκαν σε μία κοινή βάση δεδομένων. Συνολικά συγκεντρώθηκαν 121 απαντήσεις, οι οποίες αποτέλεσαν το τελικό δείγμα της έρευνας.

Η στατιστική επεξεργασία των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του λογισμικού Minitab. Αρχικά εφαρμόστηκε περιγραφική στατιστική ανάλυση, με υπολογισμό συχνοτήτων, ποσοστών και κατάλληλων περιγραφικών μέτρων, με σκοπό τη συνοπτική παρουσίαση των χαρακτηριστικών του δείγματος και των απαντήσεων στις επιμέρους ενότητες του ερωτηματολογίου.

Στη συνέχεια, για τη διερεύνηση πιθανών διαφορών στην εξοικείωση με την Τεχνητή Νοημοσύνη ανάλογα με την ηλικιακή ομάδα, το επίπεδο θέσης και τα έτη εμπειρίας, καθώς και στην αντιλαμβανόμενη οργανωσιακή ετοιμότητα ανάλογα με το επίπεδο θέσης, εφαρμόστηκε ανάλυση διακύμανσης μίας κατεύθυνσης (One-way ANOVA). Ως επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε το $\alpha = 0,05$.

3.8 Περιορισμοί της Έρευνας

Η παρούσα έρευνα παρουσιάζει ορισμένους περιορισμούς που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Η χρήση μη πιθανοθεωρητικής δειγματοληψίας ευκολίας περιορίζει τη δυνατότητα γενίκευσης των ευρημάτων στο σύνολο των εργαζομένων της φαρμακοβιομηχανίας της Κύπρου. Επιπλέον, καθώς τα δεδομένα βασίζονται σε αυτοαναφερόμενες απαντήσεις, ενδέχεται να επηρεάζονται από τις υποκειμενικές αντιλήψεις και το διαφορετικό επίπεδο γνώσεων και κατανόησης των συμμετεχόντων σχετικά με την Τεχνητή Νοημοσύνη. Τέλος, λόγω της ταχείας εξέλιξης των τεχνολογιών ΑΙ, τα αποτελέσματα αποτυπώνουν τις αντιλήψεις και την υφιστάμενη κατάσταση κατά τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο διεξαγωγής της έρευνας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

4.1 Εισαγωγή

Στο παρόν κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης των δεδομένων που συλλέχθηκαν μέσω του ερωτηματολογίου. Η ανάλυση βασίστηκε στο σύνολο των 121 έγκυρων απαντήσεων, οι οποίες προέκυψαν από την ελληνική και την αγγλική έκδοση του ερευνητικού εργαλείου.

Αρχικά παρουσιάζονται τα δημογραφικά και επαγγελματικά χαρακτηριστικά του δείγματος και, στη συνέχεια, αναλύονται τα ευρήματα που αφορούν το επίπεδο γνώσης και κατανόησης της Τεχνητής Νοημοσύνης (ΑΙ), τις στάσεις των εργαζομένων απέναντι στην ΑΙ, την οργανωσιακή ετοιμότητα, την υφιστάμενη χρήση και τις πιθανές εφαρμογές της, καθώς και τα αντιλαμβανόμενα οφέλη, εμπόδια και κινδύνους που σχετίζονται με την υιοθέτησή της. Όπου κρίθηκε σκόπιμο, πραγματοποιήθηκαν συγκρίσεις και διερευνήθηκαν σχέσεις μεταξύ επιμέρους μεταβλητών της έρευνας.

4.2 Δημογραφικά και Επαγγελματικά Χαρακτηριστικά των Συμμετεχόντων

Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 121 εργαζόμενοι από τον φαρμακευτικό κλάδο της Κύπρου. Για την αποτύπωση της σύνθεσης του δείγματος εξετάστηκαν βασικά δημογραφικά και επαγγελματικά χαρακτηριστικά, και συγκεκριμένα η ηλικιακή ομάδα, το επίπεδο εκπαίδευσης, το τμήμα εργασίας, το επίπεδο θέσης και τα έτη εμπειρίας στο αντίστοιχο τμήμα. Η παρουσίαση των χαρακτηριστικών αυτών επιτρέπει την καλύτερη κατανόηση της σύνθεσης του δείγματος και παρέχει το απαραίτητο πλαίσιο για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων που ακολουθούν.

Πίνακας 1. Δημογραφικά και επαγγελματικά χαρακτηριστικά του δείγματος (N = 121)

Χαρακτηριστικό	Κατηγορία	n	%
Ηλικιακή ομάδα	18–24 ετών	8	6,61
	25–34 ετών	43	35,54
	35–44 ετών	44	36,36
	45–54 ετών	17	14,05
	>55 ετών	9	7,44
Επίπεδο εκπαίδευσης	Λύκειο	6	4,96
	Προπτυχιακό	23	19,01
	Μεταπτυχιακό	79	65,29
	Διδακτορικό	9	7,44
	Μεταδιδακτορικό	4	3,31
Επίπεδο θέσης	Junior	27	22,31
	Officer / Analyst	26	21,49
	Senior / Specialist	20	16,53
	Supervisor / Team Leader	20	16,53
	Manager	19	15,70
	Senior Management	9	7,44
Τμήμα εργασίας	R&D – Analytical Development	24	19,83
	R&D – Formulation Development	15	12,40
	Quality Assurance (QA)	12	9,92
	Production / Manufacturing / Operations	11	9,09
	Commercial / Marketing / Customer Service	10	8,26
	Engineering / Maintenance	8	6,61
	Regulatory Affairs / Pharmacovigilance	8	6,61
	Supply Chain / Logistics	7	5,79
	Information Technology (IT)	6	4,96
	Senior Management	6	4,96
	Human Resources	5	4,13
	Quality Control (QC)	5	4,13
	Legal	4	3,31

Έτη εμπειρίας στο τμήμα	< 1 έτος	14	
	1–3 έτη	25	20,66
	3–5 έτη		
	> 5 έτη	63	52,07

Σημείωση: n = απόλυτη συχνότητα, % = ποσοστό επί του συνολικού δείγματος.

Όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 1, το δείγμα αποτελούνταν από 121 συμμετέχοντες. Ως προς την ηλικιακή κατανομή, οι μεγαλύτερες ομάδες ήταν οι συμμετέχοντες ηλικίας 35–44 ετών (36,36%) και 25–34 ετών (35,54%), οι οποίοι συνολικά αντιπροσώπευαν το 71,90% του δείγματος. Ακολούθησαν οι ηλικιακές ομάδες 45–54 ετών (14,05%), άνω των 55 ετών (7,44%) και 18–24 ετών (6,61%).

Αναφορικά με το επίπεδο εκπαίδευσης, παρατηρείται υψηλό μορφωτικό επίπεδο του δείγματος, καθώς η πλειονότητα των συμμετεχόντων ήταν κάτοχοι μεταπτυχιακού τίτλου σπουδών (65,29%). Επιπλέον, το 7,44% κατείχε διδακτορικό τίτλο και το 3,31% μεταδιδακτορικό τίτλο, ενώ το 19,01% δήλωσε προπτυχιακό επίπεδο εκπαίδευσης και το 4,96% απολυτήριο Λυκείου.

Ως προς το επίπεδο θέσης, στο δείγμα εκπροσωπούσαν εργαζόμενοι από διαφορετικά επίπεδα της οργανωσιακής ιεραρχίας. Οι μεγαλύτερες κατηγορίες ήταν οι Junior (22,31%) και Officer/Analyst (21,49%), ενώ σημαντική ήταν και η συμμετοχή Senior/Specialist και Supervisor/Team Leader (16,53% για κάθε κατηγορία). Οι Managers αντιπροσώπευαν το 15,70% και τα στελέχη Senior Management το 7,44% του δείγματος.

Ιδιαίτερα σημαντική για τους σκοπούς της παρούσας έρευνας είναι η ευρεία εκπροσώπηση διαφορετικών λειτουργικών τμημάτων της φαρμακευτικής βιομηχανίας της Κύπρου. Τη μεγαλύτερη συμμετοχή παρουσίασε το R&D – Analytical Development (19,83%), ακολουθούμενο από το R&D – Formulation Development (12,40%), το Quality Assurance (9,92%) και το Production/Manufacturing/Operations (9,09%). Παράλληλα, στο δείγμα περιλαμβάνονται εργαζόμενοι από Commercial/Marketing/Customer Service, Engineering/Maintenance, Regulatory Affairs/Pharmacovigilance, Supply Chain/Logistics, Information Technology, Quality Control, Human Resources, Legal και Senior Management. Η κατανομή αυτή επιτρέπει την αποτύπωση απόψεων από ένα ευρύ φάσμα λειτουργιών του φαρμακευτικού κλάδου.

Τέλος, ως προς την επαγγελματική εμπειρία στο αντίστοιχο τμήμα, περισσότεροι από τους μισούς συμμετέχοντες (52,07%) δήλωσαν εμπειρία άνω των πέντε ετών. Το 20,66% είχε

εμπειρία 1–3 έτη, το 15,70% 3–5 έτη και το 11,57% λιγότερο από ένα έτος. Το εύρημα αυτό καταδεικνύει ότι σημαντικό μέρος του δείγματος διαθέτε πολυετή εμπειρία στο αντικείμενο εργασίας του.

4.3 Επίπεδο Γνώσης και Κατανόησης της Τεχνητής Νοημοσύνης

4.3.1 Εξοικείωση με Βασικές Έννοιες και Τεχνολογίες Τεχνητής Νοημοσύνης

Αρχικά διερευνήθηκε ο βαθμός εξοικείωσης των συμμετεχόντων με βασικές έννοιες και τεχνολογίες που σχετίζονται με την Τεχνητή Νοημοσύνη. Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να αξιολογήσουν το επίπεδο εξοικείωσής τους με οκτώ επιμέρους έννοιες, χρησιμοποιώντας πενταβάθμια κλίμακα Likert (1–5), όπου υψηλότερες τιμές αντιστοιχούν σε υψηλότερο βαθμό εξοικείωσης.

Πίνακας 2. Επίπεδο εξοικείωσης με βασικές έννοιες και τεχνολογίες Τεχνητής Νοημοσύνης

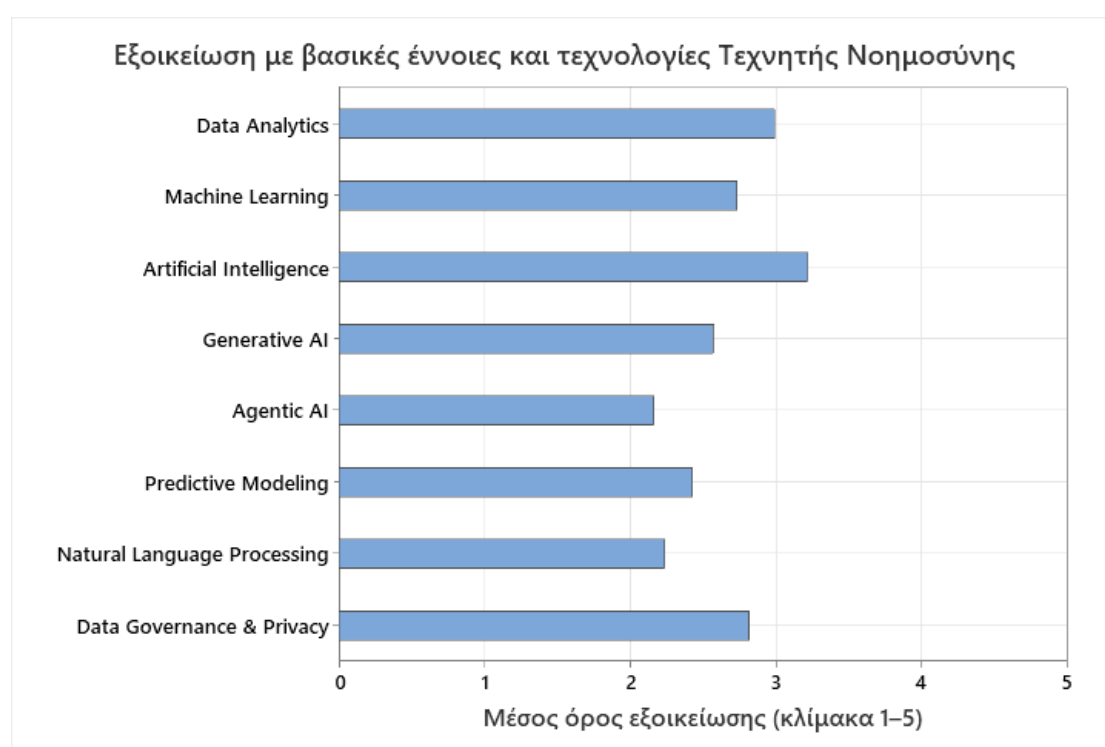
Έννοια / Τεχνολογία	N	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση
Data Analytics	121	2,992	1,255
Machine Learning	121	2,736	1,277
Artificial Intelligence	121	3,223	1,076
Generative AI	121	2,570	1,161
Agentic AI	121	2,165	1,067
Predictive Modeling	121	2,430	1,196
Natural Language Processing	121	2,240	1,126
Data Governance & Privacy	121	2,818	1,232

Τα αποτελέσματα του Πίνακα 2 καταδεικνύουν διαφοροποιήσεις ως προς τον βαθμό εξοικείωσης των συμμετεχόντων με τις επιμέρους έννοιες και τεχνολογίες. Το υψηλότερο επίπεδο εξοικείωσης καταγράφηκε για την Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligence, AI), με μέσο όρο 3,223 (SD = 1,076), και ακολούθησαν η Ανάλυση Δεδομένων (Data Analytics), με μέσο όρο 2,992 (SD = 1,255), και η Διακυβέρνηση Δεδομένων και Ιδιωτικότητα (Data Governance & Privacy), με μέσο όρο 2,818 (SD = 1,232).

Χαμηλότερα επίπεδα εξοικείωσης καταγράφηκαν για τη Μηχανική Μάθηση (Machine Learning), με μέσο όρο 2,736 (SD = 1,277), την Παραγωγική Τεχνητή Νοημοσύνη

(Generative AI), με μέσο όρο 2,570 (SD = 1,161), και την Προγνωστική Μοντελοποίηση (Predictive Modeling), με μέσο όρο 2,430 (SD = 1,196). Ακόμη χαμηλότερες ήταν οι μέσες τιμές για την Επεξεργασία Φυσικής Γλώσσας (Natural Language Processing), με μέσο όρο 2,240 (SD = 1,126), και κυρίως για την Πρακτορική Τεχνητή Νοημοσύνη (Agentic AI), η οποία παρουσίασε τη χαμηλότερη μέση τιμή εξοικείωσης (M = 2,165, SD = 1,067).

Συνολικά, τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι οι συμμετέχοντες εμφανίζουν μεγαλύτερη εξοικείωση με την ευρύτερη έννοια της Τεχνητής Νοημοσύνης και με περισσότερο καθιερωμένες έννοιες, ενώ η εξοικείωση μειώνεται σε πιο εξειδικευμένες ή νεότερες τεχνολογίες, όπως η Agentic AI.



Σχήμα 1. Μέσο επίπεδο εξοικείωσης των συμμετεχόντων με βασικές έννοιες και τεχνολογίες Τεχνητής Νοημοσύνης.

4.3.2 Κατανόηση των Διαφορών Μεταξύ Εννοιών Τεχνητής Νοημοσύνης

Μετά την αξιολόγηση του βαθμού εξοικείωσης, διερευνήθηκε η αυτοαξιολογούμενη ικανότητα των συμμετεχόντων να διακρίνουν διαφορές μεταξύ συγγενών εννοιών και τεχνολογιών που σχετίζονται με την Τεχνητή Νοημοσύνη. Η αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε σε πενταβάθμια κλίμακα Likert (1–5), όπου υψηλότερες τιμές αντιστοιχούν σε υψηλότερο επίπεδο αντιλαμβανόμενης κατανόησης των διαφορών μεταξύ των εξεταζόμενων εννοιών.

Πίνακας 3. Κατανόηση των διαφορών μεταξύ βασικών εννοιών και τεχνολογιών

Σύγκριση εννοιών	N	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση
Data Analytics – Machine Learning	121	2,430	1,146
Machine Learning – Artificial Intelligence	121	2,463	1,148
Artificial Intelligence – Generative AI	121	2,331	1,150
Generative AI – Agentic AI	121	2,132	1,140

Όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 3, οι μέσες τιμές για την κατανόηση των διαφορών μεταξύ των εξεταζόμενων εννοιών κυμάνθηκαν από 2,132 έως 2,463, παραμένοντας σε όλες τις περιπτώσεις κάτω από το μέσο σημείο της πενταβάθμιας κλίμακας. Η υψηλότερη μέση τιμή καταγράφηκε ως προς τη διάκριση μεταξύ Μηχανικής Μάθησης (Machine Learning) και Τεχνητής Νοημοσύνης (Artificial Intelligence), με $M = 2,463$ ($SD = 1,148$), και ακολούθησε η διάκριση μεταξύ Ανάλυσης Δεδομένων (Data Analytics) και Μηχανικής Μάθησης (Machine Learning), με $M = 2,430$ ($SD = 1,146$).

Χαμηλότερη ήταν η αντιλαμβανόμενη κατανόηση της διαφοράς μεταξύ Τεχνητής Νοημοσύνης (Artificial Intelligence) και Παραγωγικής Τεχνητής Νοημοσύνης (Generative AI), με $M = 2,331$ ($SD = 1,150$), ενώ τη χαμηλότερη τιμή παρουσίασε η διάκριση μεταξύ Generative AI και Agentic AI ($M = 2,132$, $SD = 1,140$). Συνολικά, τα αποτελέσματα υποδεικνύουν σχετικά περιορισμένη αυτοαξιολογούμενη κατανόηση των διαφορών μεταξύ των επιμέρους εννοιών, με τη μεγαλύτερη δυσκολία να εντοπίζεται στη διάκριση μεταξύ Generative AI και Agentic AI.

4.3.3 Αντικειμενική Αξιολόγηση Γνώσεων Σχετικά με την Τεχνητή Νοημοσύνη

Για τη συμπληρωματική αξιολόγηση του επιπέδου γνώσεων των συμμετεχόντων χρησιμοποιήθηκαν τέσσερις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής, καθεμία από τις οποίες περιλάμβανε μία ορθή απάντηση. Οι ερωτήσεις αφορούσαν βασικές έννοιες της Μηχανικής Μάθησης (Machine Learning, ML), τη διαφοροποίηση μεταξύ Τεχνητής Νοημοσύνης (Artificial Intelligence, AI) και Παραγωγικής Τεχνητής Νοημοσύνης (Generative AI), την έννοια της Πρακτορικής Τεχνητής Νοημοσύνης (Agentic AI), καθώς και μία εφαρμογή της Generative AI.

Πίνακας 4. Αποτελέσματα αντικειμενικής αξιολόγησης γνώσεων για την Τεχνητή Νοημοσύνη

Ερώτηση γνώσεων	Ορθή απάντηση	Σωστές απαντήσεις (n)	%
Τι είναι το Machine Learning;	Αλγόριθμοι που μαθαίνουν από δεδομένα και κάνουν προβλέψεις	95	78,51
Ποια είναι η διαφορά AI και Generative AI;	Η Generative AI δημιουργεί νέο περιεχόμενο (κείμενο, εικόνες κ.λπ.)	95	78,51
Τι είναι η Agentic AI;	Αυτόνομα συστήματα που εκτελούν ενέργειες για στόχους	97	80,17
Τι μπορεί να κάνει η Generative AI;	Δημιουργία νέων μορίων	77	63,64

Σημείωση: $N = 121$ για κάθε ερώτηση.

Τα αποτελέσματα της αντικειμενικής αξιολόγησης καταδεικνύουν ότι η πλειονότητα των συμμετεχόντων απάντησε ορθά στις τέσσερις ερωτήσεις γνώσεων. Το υψηλότερο ποσοστό ορθών απαντήσεων καταγράφηκε στην ερώτηση που αφορούσε την έννοια της Agentic AI, όπου 97 από τους 121 συμμετέχοντες (80,17%) αναγνώρισαν ορθά ότι πρόκειται για αυτόνομα συστήματα που μπορούν να εκτελούν ενέργειες για την επίτευξη συγκεκριμένων στόχων.

Αντίστοιχα υψηλά ποσοστά καταγράφηκαν στην αναγνώριση της έννοιας του Machine Learning και στη διάκριση μεταξύ AI και Generative AI, με 95 ορθές απαντήσεις (78,51%) σε καθεμία από τις δύο ερωτήσεις. Χαμηλότερο, αν και πλειοψηφικό, ήταν το ποσοστό

ορθών απαντήσεων στην ερώτηση σχετικά με τη δυνατότητα εφαρμογής της Generative AI στη δημιουργία νέων μορίων, όπου απάντησαν σωστά 77 συμμετέχοντες (63,64%).

Αξιοσημείωτο είναι ότι τα σχετικά υψηλά ποσοστά ορθών απαντήσεων στις αντικειμενικές ερωτήσεις γνώσεων συνυπάρχουν με τις χαμηλότερες βαθμολογίες που καταγράφηκαν προηγουμένως στην αυτοαξιολογούμενη κατανόηση των διαφορών μεταξύ των σχετικών εννοιών. Το εύρημα αυτό υποδηλώνει μια πιθανή διαφοροποίηση μεταξύ της αντιλαμβανόμενης και της αντικειμενικά καταγεγραμμένης γνώσης των συμμετεχόντων, η οποία εξετάζεται περαιτέρω στη συζήτηση των αποτελεσμάτων.

4.3.4 Αντιλαμβανόμενο Επίπεδο Κατανόησης της Τεχνητής Νοημοσύνης Εντός της Εταιρείας

Πέρα από το ατομικό επίπεδο γνώσης και εξοικείωσης, διερευνήθηκε η αντίληψη των συμμετεχόντων σχετικά με το επίπεδο κατανόησης βασικών εννοιών και τεχνολογιών Τεχνητής Νοημοσύνης εντός της εταιρείας τους. Η αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε σε πενταβάθμια κλίμακα Likert (1–5), όπου υψηλότερες τιμές αντιστοιχούν σε υψηλότερο αντιλαμβανόμενο επίπεδο κατανόησης.

Πίνακας 5. Αντιλαμβανόμενο επίπεδο κατανόησης βασικών εννοιών και τεχνολογιών εντός της εταιρείας

Έννοια / Τεχνολογία	N	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση
Data Analytics	121	2,223	0,979
Machine Learning	121	1,950	0,865
Artificial Intelligence	121	2,231	0,955
Generative AI	121	1,843	0,856

Όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 5, το αντιλαμβανόμενο επίπεδο κατανόησης των εξεταζόμενων εννοιών εντός των εταιρειών ήταν γενικά χαμηλό, καθώς οι μέσες τιμές κυμάνθηκαν μεταξύ 1,843 και 2,231. Η υψηλότερη μέση τιμή καταγράφηκε για την Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligence, AI), με $M = 2,231$ ($SD = 0,955$), και ακολούθησε η Ανάλυση Δεδομένων (Data Analytics), με $M = 2,223$ ($SD = 0,979$).

Χαμηλότερο αντιλαμβανόμενο επίπεδο κατανόησης καταγράφηκε για τη Μηχανική Μάθηση (Machine Learning, ML), με $M = 1,950$ ($SD = 0,865$), ενώ η χαμηλότερη μέση τιμή

αφορούσε την Παραγωγική Τεχνητή Νοημοσύνη (Generative AI), με $M = 1,843$ ($SD = 0,856$). Τα αποτελέσματα καταδεικνύουν ότι, σύμφωνα με τις αντιλήψεις των συμμετεχόντων, η κατανόηση των σχετικών τεχνολογιών σε οργανωσιακό επίπεδο παραμένει περιορισμένη, ιδιαίτερα όσον αφορά πιο εξειδικευμένες ή νεότερες μορφές Τεχνητής Νοημοσύνης.

Πίνακας 6. Έννοιες που θεωρείται ότι συγχέονται περισσότερο

Ζεύγος εννοιών	n	%
AI – Generative AI	36	29,75
Generative AI – AI Agents	34	28,10
Data Analytics – AI	31	25,62
Machine Learning – AI	20	16,53
Σύνολο	121	100,00

Συμπληρωματικά, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να προσδιορίσουν το ζεύγος εννοιών που, κατά την άποψή τους, συγχέεται συχνότερα. Όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 6, το υψηλότερο ποσοστό αφορούσε τη διάκριση μεταξύ AI και Generative AI (29,75%), ενώ ακολούθησε με μικρή διαφορά η διάκριση μεταξύ Generative AI και AI Agents (28,10%). Η σύγχυση μεταξύ Data Analytics και AI αναφέρθηκε από το 25,62% των συμμετεχόντων, ενώ το χαμηλότερο ποσοστό καταγράφηκε για το ζεύγος Machine Learning και AI (16,53%).

Τα αποτελέσματα αυτά ενισχύουν την εικόνα που προέκυψε από τις προηγούμενες αναλύσεις σχετικά με την ύπαρξη διαφοροποιήσεων στο επίπεδο κατανόησης επιμέρους εννοιών που σχετίζονται με την Τεχνητή Νοημοσύνη, ιδιαίτερα όσον αφορά τη διάκριση μεταξύ της ευρύτερης έννοιας της AI και νεότερων ή περισσότερο εξειδικευμένων μορφών της.

4.4 Οργανωσιακό Προφίλ και Ετοιμότητα για την Υιοθέτηση της Τεχνητής Νοημοσύνης

Στην παρούσα ενότητα εξετάζονται χαρακτηριστικά του οργανωσιακού περιβάλλοντος στο οποίο δραστηριοποιούνται οι συμμετέχοντες, καθώς και παράγοντες που σχετίζονται με την ετοιμότητα των εταιρειών για την υιοθέτηση και αξιοποίηση τεχνολογιών Τεχνητής Νοημοσύνης. Αρχικά παρουσιάζονται βασικά χαρακτηριστικά των εταιρειών στις οποίες

εργάζονται οι συμμετέχοντες και στη συνέχεια εξετάζονται παράμετροι που αφορούν την ψηφιακή και οργανωσιακή τους ετοιμότητα.

4.4.1 Οργανωσιακό προφίλ

Πίνακας 7. Χαρακτηριστικά των εταιρειών στις οποίες εργάζονται οι συμμετέχοντες

Χαρακτηριστικό	Κατηγορία	n	%
Αριθμός εργαζομένων	<100	2	1,65
	200–499	14	11,57
	≥500	105	86,78
Τύπος οργανισμού	Πολυεθνική εταιρεία	68	56,20
	Εθνική/Κυπριακή εταιρεία	51	42,15
	Ιδιωτική φαρμακευτική εταιρεία	1	0,83
	Άλλο	1	0,83
Κύριες δραστηριότητες εταιρείας	Παραγωγή	28	23,14
	Παραγωγή και Εμπορική/Διανομή	93	76,86

Σημείωση: N = 121.

Όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 7, η συντριπτική πλειονότητα των συμμετεχόντων (86,78%) εργάζονταν σε μεγάλες επιχειρήσεις με τουλάχιστον 500 εργαζομένους. Το 11,57% εργάζονταν σε εταιρείες με 200–499 εργαζομένους, ενώ μόλις το 1,65% σε εταιρείες με λιγότερους από 100 εργαζομένους. Ως εκ τούτου, το δείγμα της έρευνας χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερα ισχυρή εκπροσώπηση εργαζομένων μεγάλων φαρμακευτικών επιχειρήσεων.

Αναφορικά με τον τύπο του οργανισμού, το 56,20% των συμμετεχόντων δήλωσε ότι εργάζονταν σε πολυεθνική εταιρεία και το 42,15% σε εθνική/κυπριακή εταιρεία. Οι υπόλοιπες κατηγορίες παρουσίασαν εξαιρετικά περιορισμένη συχνότητα, καθώς ένας συμμετέχων (0,83%) δήλωσε «Ιδιωτική Φαρμακευτική Εταιρεία» και ένας (0,83%) «Άλλο».

Ως προς το αντικείμενο δραστηριότητας, το 76,86% των συμμετεχόντων εργάζονταν σε εταιρείες που συνδύαζαν παραγωγικές και εμπορικές/διανεμητικές δραστηριότητες, ενώ το 23,14% εργάζονταν σε εταιρείες με παραγωγική δραστηριότητα. Η σύνθεση αυτή καταδεικνύει ότι το δείγμα προέρχεται κατά κύριο λόγο από μεγάλες φαρμακευτικές επιχειρήσεις, με σημαντική παρουσία τόσο πολυεθνικών όσο και εθνικών/κυπριακών οργανισμών.

4.4.2 Ψηφιακή Ετοιμότητα και Οργάνωση των Δεδομένων

Η διαθεσιμότητα, η οργάνωση και η προσβασιμότητα των δεδομένων αποτελούν βασικές παραμέτρους για τη δυνατότητα αξιοποίησης εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης. Για τον λόγο αυτό, εξετάστηκε η αντίληψη των συμμετεχόντων σχετικά με τον βαθμό ψηφιοποίησης, οργάνωσης και προσβασιμότητας των δεδομένων στις εταιρείες στις οποίες εργάζονται. Οι σχετικές μεταβλητές αξιολογήθηκαν σε πενταβάθμια κλίμακα Likert (1–5), με υψηλότερες τιμές να αντιστοιχούν σε υψηλότερο επίπεδο ετοιμότητας.

Πίνακας 8. Αξιολόγηση της κατάστασης των δεδομένων στις εταιρείες

Παράμετρος	N	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση
Ψηφιοποιημένα δεδομένα	121	2,868	1,154
Οργανωμένα/τυποποιημένα δεδομένα	121	2,975	1,076
Προσβασιμότητα σε δεδομένα	121	2,893	1,131

Όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 8, οι αξιολογήσεις των συμμετεχόντων σχετικά με την κατάσταση των δεδομένων στις εταιρείες τους κινήθηκαν κοντά στο μέσο της πενταβάθμιας κλίμακας. Η υψηλότερη μέση τιμή καταγράφηκε ως προς τον βαθμό οργάνωσης και τυποποίησης των δεδομένων ($M = 2,975$, $SD = 1,076$), ενώ ακολούθησε η προσβασιμότητα στα δεδομένα ($M = 2,893$, $SD = 1,131$). Ο βαθμός ψηφιοποίησης των δεδομένων παρουσίασε ελαφρώς χαμηλότερη μέση τιμή ($M = 2,868$, $SD = 1,154$).

Συνολικά, οι μικρές διαφορές μεταξύ των τριών μέσων τιμών υποδεικνύουν παρόμοια επίπεδα στις τρεις εξεταζόμενες διαστάσεις. Παράλληλα, οι μέσες τιμές που βρίσκονται κοντά στο μέσο της κλίμακας δεν καταδεικνύουν ιδιαίτερα υψηλό επίπεδο ωριμότητας των δεδομένων, στοιχείο που εξετάζεται στη συνέχεια σε συνδυασμό με τις υπόλοιπες παραμέτρους οργανωσιακής ετοιμότητας.

Πίνακας 9. Βαθμός συστηματικής συλλογής και ψηφιοποίησης δεδομένων

Βαθμός συλλογής και ψηφιοποίησης	n	%
Καθόλου	13	10,74
Σε μικρό βαθμό	25	20,66
Σε μέτριο βαθμό	49	40,50
Σε μεγάλο βαθμό	26	21,49
Σε πολύ μεγάλο βαθμό	8	6,61
Σύνολο	121	100,00

Αναφορικά με τον βαθμό συστηματικής συλλογής και ψηφιοποίησης των δεδομένων, η συχνότερη απάντηση ήταν «σε μέτριο βαθμό», η οποία επιλέχθηκε από 49 συμμετέχοντες (40,50%). Συλλογή και ψηφιοποίηση «σε μεγάλο βαθμό» ανέφερε το 21,49% των συμμετεχόντων και «σε πολύ μεγάλο βαθμό» το 6,61%. Αντίθετα, το 20,66% αξιολόγησε τη συλλογή και ψηφιοποίηση των δεδομένων ως περιορισμένη, ενώ το 10,74% δήλωσε ότι δεν πραγματοποιείται καθόλου.

Συνεπώς, το 71,90% των συμμετεχόντων τοποθετήθηκε από το «καθόλου» έως το «μέτριο» επίπεδο, ενώ το 28,10% αξιολόγησε τον βαθμό συλλογής και ψηφιοποίησης ως μεγάλο ή πολύ μεγάλο. Το αποτέλεσμα αυτό είναι συνεπές με τις μέσες τιμές που παρουσιάστηκαν στον Πίνακα 8 και υποδηλώνει ότι, σύμφωνα με τις αντιλήψεις των συμμετεχόντων, η ωριμότητα ως προς τη διαχείριση και ψηφιοποίηση των δεδομένων παρουσιάζει σημαντικά περιθώρια περαιτέρω ανάπτυξης.

Πίνακας 10. Παράμετροι οργανωσιακής ετοιμότητας για την υιοθέτηση Τεχνητής Νοημοσύνης

Παράμετρος	Κατηγορία	n	%
Αυτόματη συλλογή δεδομένων	Ναι	31	25,62
	Μερικώς	47	38,84
	Όχι	32	26,45
	Δεν γνωρίζω	11	9,09
Στάση της εταιρείας προς την ΑΙ	Πολύ ανοιχτή	15	12,40
	Κάπως ανοιχτή	41	33,88
	Ουδέτερη	35	28,93
	Κάπως επιφυλακτική	19	15,70
	Πολύ επιφυλακτική	11	9,09
Εξειδικευμένο προσωπικό για ΑΙ	Ναι	14	11,57
	Όχι	52	42,98
	Δεν είμαι σίγουρος/η	55	45,45

Σημείωση: N = 121.

Ως προς την αυτοματοποίηση της συλλογής δεδομένων, το 38,84% των συμμετεχόντων ανέφερε ότι αυτή πραγματοποιείται μερικώς, ενώ το 25,62% δήλωσε ότι εφαρμόζεται πλήρως. Αντίθετα, το 26,45% ανέφερε ότι δεν πραγματοποιείται αυτόματη συλλογή δεδομένων και το 9,09% δήλωσε ότι δεν γνωρίζει. Συνεπώς, σχεδόν δύο στους τρεις

συμμετέχοντες (64,46%) ανέφεραν τουλάχιστον κάποιο βαθμό αυτοματοποίησης της συλλογής δεδομένων.

Αναφορικά με τη γενικότερη στάση της εταιρείας απέναντι στην Τεχνητή Νοημοσύνη, το 46,28% των συμμετεχόντων χαρακτήρισε την εταιρεία του ως «κάπως ανοιχτή» ή «πολύ ανοιχτή» στην υιοθέτηση σχετικών τεχνολογιών. Το 28,93% ανέφερε ουδέτερη στάση, ενώ συνολικά το 24,79% χαρακτήρισε την εταιρεία ως «κάπως επιφυλακτική» ή «πολύ επιφυλακτική». Τα αποτελέσματα υποδηλώνουν μια σχετικά θετική τάση απέναντι στην ΑΙ, χωρίς ωστόσο να προκύπτει καθολικά υψηλός βαθμός οργανωσιακής αποδοχής.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η ύπαρξη εξειδικευμένου προσωπικού ή οργανωτικής μονάδας για την ΑΙ. Μόλις το 11,57% των συμμετεχόντων δήλωσε ότι υπάρχει σχετική εξειδίκευση στην εταιρεία του, ενώ το 42,98% απάντησε αρνητικά. Παράλληλα, το 45,45% δεν ήταν βέβαιο για την ύπαρξη εξειδικευμένου προσωπικού. Το υψηλό ποσοστό αβεβαιότητας αποτελεί αξιοσημείωτο εύρημα, καθώς υποδηλώνει είτε περιορισμένη παρουσία σχετικών δομών είτε περιορισμένη ορατότητά τους στους εργαζομένους.

Επιπλέον, διερευνήθηκε η ύπαρξη διαδικασιών διακυβέρνησης δεδομένων για εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης (AI Data Governance Procedures). Το 39,67% των συμμετεχόντων ανέφερε ότι τέτοιες διαδικασίες εφαρμόζονται μερικώς, ενώ μόλις το 7,44% δήλωσε ότι εφαρμόζονται πλήρως. Αντίθετα, το 21,49% ανέφερε ότι δεν υφίστανται σχετικές διαδικασίες, ενώ αξιοσημείωτο είναι ότι το 31,40% δεν ήταν σε θέση να προσδιορίσει εάν υπάρχουν.

Συνολικά, τα ευρήματα της ενότητας σκιαγραφούν ένα οργανωσιακό περιβάλλον στο οποίο έχουν ήδη αναπτυχθεί ορισμένες προϋποθέσεις για την αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης, χωρίς ωστόσο να διαπιστώνεται υψηλό επίπεδο ετοιμότητας. Η μερική αυτοματοποίηση της συλλογής δεδομένων και η σχετικά θετική στάση απέναντι στην ΑΙ συνυπάρχουν με περιορισμένη παρουσία εξειδικευμένου προσωπικού, αβεβαιότητα σχετικά με τις διαδικασίες διακυβέρνησης δεδομένων και συνολική αξιολόγηση της ετοιμότητας ελαφρώς χαμηλότερη από το μέσο σημείο της κλίμακας ($M = 2,653$, $SD = 0,919$). Τα αποτελέσματα αυτά υποδεικνύουν ότι η μετάβαση προς συστηματικότερη αξιοποίηση της ΑΙ βρίσκεται ακόμη σε ενδιάμεσο στάδιο, σύμφωνα με τις αντιλήψεις των συμμετεχόντων.

Τέλος, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να αξιολογήσουν συνολικά τον βαθμό ετοιμότητας της εταιρείας τους για την υιοθέτηση και αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης. Η μέση τιμή της μεταβλητής ετοιμότητας της εταιρείας (*Company AI Readiness*) διαμορφώθηκε σε $M = 2,653$ ($SD = 0,919$, $N = 121$), σε πενταβάθμια κλίμακα αξιολόγησης. Η τιμή αυτή βρίσκεται

ελαφρώς χαμηλότερα από το μέσο σημείο της κλίμακας και υποδηλώνει ότι οι συμμετέχοντες αντιλαμβάνονται την οργανωσιακή ετοιμότητα για την ΑΙ ως μάλλον περιορισμένη έως μέτρια.

4.5 Στάσεις των εργαζομένων απέναντι στην Τεχνητή Νοημοσύνη

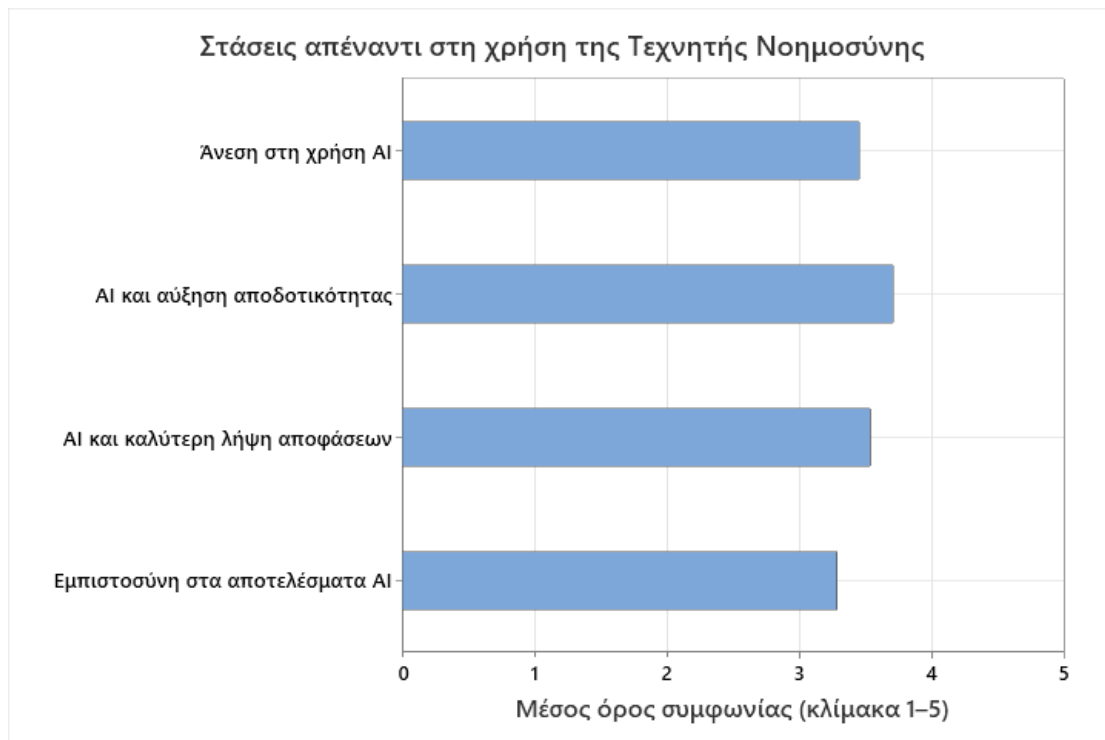
Για τη διερεύνηση των στάσεων των εργαζομένων απέναντι στην Τεχνητή Νοημοσύνη εξετάστηκαν επιμέρους παράμετροι που αφορούσαν την άνεση στη χρήση της ΑΙ στην εργασία, την αντίληψη σχετικά με τη συμβολή της στην αύξηση της αποδοτικότητας και στη βελτίωση της λήψης αποφάσεων, καθώς και την εμπιστοσύνη στα αποτελέσματα της ΑΙ όταν αυτά συνοδεύονται από επαρκή τεκμηρίωση. Οι απαντήσεις καταγράφηκαν σε πενταβάθμια κλίμακα Likert (1–5), όπου υψηλότερες τιμές αντιστοιχούν σε μεγαλύτερο βαθμό συμφωνίας με την εκάστοτε δήλωση.

Πίνακας 11. Στάσεις των συμμετεχόντων απέναντι στη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης

Παράμετρος	N	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση
Άνεση στη χρήση ΑΙ στην εργασία	121	3,455	1,111
Η ΑΙ αυξάνει την αποδοτικότητα	121	3,711	1,114
Η ΑΙ συμβάλλει σε καλύτερη λήψη αποφάσεων	121	3,537	1,041
Εμπιστοσύνη στα αποτελέσματα της ΑΙ όταν υπάρχει τεκμηρίωση	121	3,289	0,978

Όπως φαίνεται από τον Πίνακα 11, οι συμμετέχοντες παρουσίασαν γενικά θετικές στάσεις απέναντι στη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης, καθώς οι μέσες τιμές και των τεσσάρων δηλώσεων ήταν υψηλότερες από το μέσο σημείο της κλίμακας. Η υψηλότερη μέση τιμή καταγράφηκε στη δήλωση ότι η ΑΙ μπορεί να αυξήσει την αποδοτικότητα στην εργασία ($M = 3,711$, $SD = 1,114$), ενώ ακολούθησε η αντίληψη ότι μπορεί να συμβάλει στη λήψη καλύτερων αποφάσεων ($M = 3,537$, $SD = 1,041$).

Η άνεση ως προς τη χρήση της ΑΙ στην εργασία παρουσίασε επίσης μέση τιμή υψηλότερη από το μέσο σημείο της κλίμακας ($M = 3,455$, $SD = 1,111$). Η χαμηλότερη μέση τιμή μεταξύ των τεσσάρων δηλώσεων καταγράφηκε στην εμπιστοσύνη προς τα αποτελέσματα της ΑΙ όταν αυτά συνοδεύονται από επαρκή τεκμηρίωση ($M = 3,289$, $SD = 0,978$). Συνολικά, τα ευρήματα υποδεικνύουν μεγαλύτερο βαθμό συμφωνίας ως προς τη δυνητική συμβολή της ΑΙ στην αποδοτικότητα και στη λήψη αποφάσεων, ενώ η εμπιστοσύνη στα αποτελέσματά της εμφανίζεται περισσότερο συγκρατημένη.



Σχήμα 2. Στάσεις απέναντι στη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης

Πίνακας 12. Συναισθήματα απέναντι στην Τεχνητή Νοημοσύνη και ανησυχία για ζητήματα ιδιωτικότητας και κανονιστικής συμμόρφωσης

Παράμετρος	Κατηγορία	n	%
Συναίσθημα απέναντι στην AI	Περιέργεια	52	42,98
	Ενθουσιασμός	28	23,14
	Ουδετερότητα	25	20,66
	Ανησυχία	16	13,22
Ανησυχία για ιδιωτικότητα και κανονιστική συμμόρφωση	Καθόλου	3	2,48
	Λίγο	23	19,01
	Μέτρια	46	38,02
	Πολύ	34	28,10
	Πάρα πολύ	15	12,40

Σημείωση: N = 121.

Πέρα από τις επιμέρους στάσεις σχετικά με τη χρησιμότητα και την αξιοπιστία της Τεχνητής Νοημοσύνης, διερευνήθηκαν επίσης το κυρίαρχο συναίσθημα που προκαλεί η AI στους συμμετέχοντες και ο βαθμός ανησυχίας τους σχετικά με ζητήματα ιδιωτικότητας και κανονιστικής συμμόρφωσης. Όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 12, το συχνότερα

αναφερόμενο συναίσθημα ήταν η περιέργεια (42,98%), ενώ ακολούθησαν ο ενθουσιασμός (23,14%) και η ουδετερότητα (20,66%). Η ανησυχία αποτέλεσε το λιγότερο συχνά αναφερόμενο συναίσθημα, με ποσοστό 13,22%. Τα αποτελέσματα αυτά καταδεικνύουν ότι η ΑΙ αντιμετωπίζεται κυρίως με ενδιαφέρον και θετική διάθεση από σημαντικό μέρος των συμμετεχόντων.

Παράλληλα, ωστόσο, καταγράφηκε αξιοσημείωτος προβληματισμός σχετικά με ζητήματα ιδιωτικότητας και κανονιστικής συμμόρφωσης. Συγκεκριμένα, το 38,02% των συμμετεχόντων δήλωσε μέτριο βαθμό ανησυχίας, το 28,10% πολύ και το 12,40% πάρα πολύ. Συνολικά, το 40,50% εξέφρασε υψηλό ή πολύ υψηλό βαθμό ανησυχίας, ενώ μόλις το 2,48% δήλωσε ότι δεν ανησυχεί καθόλου. Επομένως, παρά τη γενικά θετική στάση και το ενδιαφέρον που καταγράφηκαν απέναντι στην ΑΙ, η ιδιωτικότητα και η κανονιστική συμμόρφωση εξακολουθούν να αποτελούν σημαντικούς προβληματισμούς για τους συμμετέχοντες.

4.6 Υφιστάμενη Χρήση και Δυνητικές Εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εργασία

4.6.1 Υφιστάμενη Χρήση Εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης στην Εργασία

Στο πλαίσιο της έρευνας εξετάστηκε η συχνότητα με την οποία οι συμμετέχοντες χρησιμοποιούν διαφορετικές εφαρμογές και εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης στο εργασιακό τους περιβάλλον. Η αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε σε πενταβάθμια κλίμακα Likert (1–5), όπου υψηλότερες τιμές αντιστοιχούν σε συχνότερη χρήση.

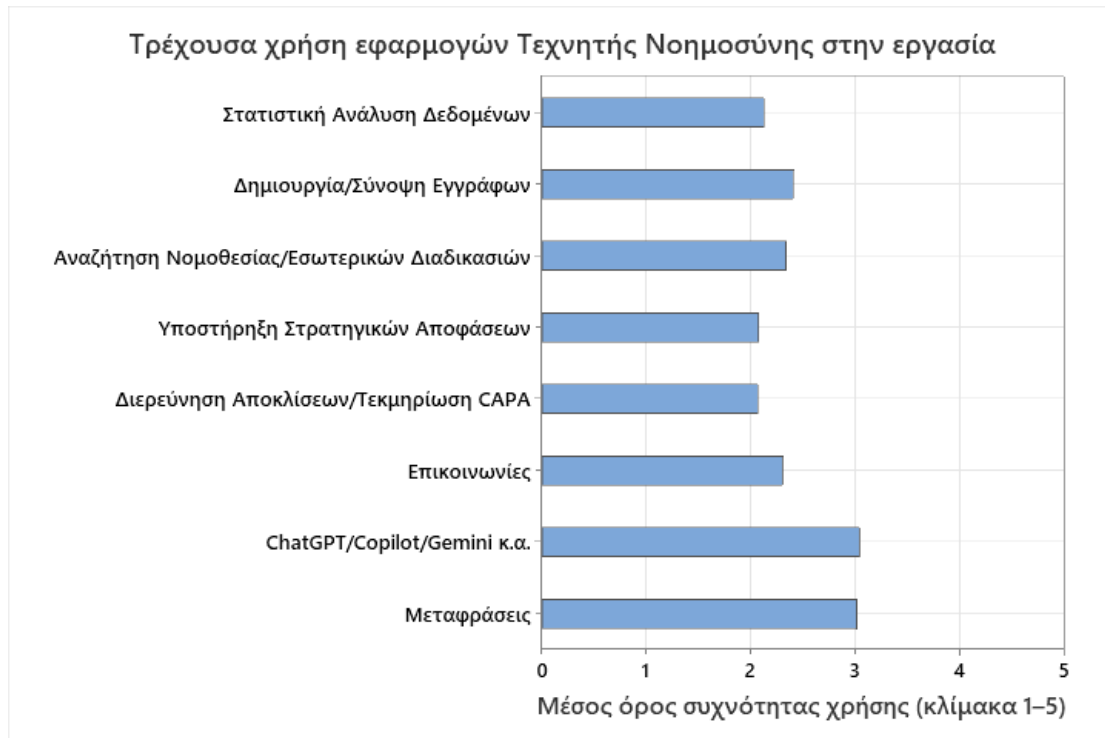
Πίνακας 13. Συχνότητα χρήσης εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης στην εργασία

Εφαρμογή	N	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση
Στατιστική ανάλυση δεδομένων	121	2,124	1,180
Δημιουργία/σύνοψη εγγράφων	121	2,405	1,173
Αναζήτηση νομοθεσίας/εσωτερικών διαδικασιών	121	2,339	1,144
Υποστήριξη στρατηγικών αποφάσεων	121	2,074	1,010
Διερεύνηση αποκλίσεων/τεκμηρίωση CAPA	121	2,066	1,109
Επικοινωνίες	121	2,306	1,109
ChatGPT/Copilot/Gemini κ.ά.	121	3,041	1,221
Μεταφράσεις	121	3,017	1,310

Όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 13, η συχνότητα χρήσης εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης διαφοροποιήθηκε ανάλογα με το είδος της εφαρμογής. Η υψηλότερη μέση τιμή καταγράφηκε στη χρήση εργαλείων γενικής χρήσης, όπως ChatGPT, Copilot και Gemini ($M = 3,041$, $SD = 1,221$), ενώ ακολούθησε η χρήση της AI για μεταφράσεις ($M = 3,017$, $SD = 1,310$).

Χαμηλότερη συχνότητα χρήσης καταγράφηκε στη δημιουργία ή σύνοψη εγγράφων ($M = 2,405$, $SD = 1,173$), στην αναζήτηση νομοθεσίας ή εσωτερικών διαδικασιών ($M = 2,339$, $SD = 1,144$) και στις επικοινωνίες ($M = 2,306$, $SD = 1,109$). Ακόμη χαμηλότερες μέσες τιμές παρατηρήθηκαν στη στατιστική ανάλυση δεδομένων ($M = 2,124$, $SD = 1,180$), στην υποστήριξη στρατηγικών αποφάσεων ($M = 2,074$, $SD = 1,010$) και στη διερεύνηση αποκλίσεων ή τεκμηρίωση διορθωτικών και προληπτικών ενεργειών (CAPA) ($M = 2,066$, $SD = 1,109$).

Συνολικά, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η υφιστάμενη χρήση της ΑΙ είναι συχνότερη σε εργαλεία γενικής χρήσης και σε υποστηρικτικές εργασίες, όπως οι μεταφράσεις, ενώ η αξιοποίησή της σε περισσότερο εξειδικευμένες λειτουργίες της φαρμακευτικής βιομηχανίας εμφανίζεται περιορισμένη.



Σχήμα 3. Τρέχουσα χρήση εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης στην εργασία

4.6.2 Δυνητικές Εφαρμογές της Τεχνητής Νοημοσύνης ανά Τμήμα

Προκειμένου να διερευνηθούν οι δυνατότητες αξιοποίησης της Τεχνητής Νοημοσύνης στις επιμέρους λειτουργίες της φαρμακευτικής βιομηχανίας, οι συμμετέχοντες αξιολόγησαν διαφορετικές δυνητικές εφαρμογές της ΑΙ ανάλογα με το τμήμα στο οποίο εργάζονται. Καθώς ο αριθμός των συμμετεχόντων διαφοροποιείται σημαντικά μεταξύ των τμημάτων και σε ορισμένες περιπτώσεις είναι ιδιαίτερα μικρός, τα αποτελέσματα της παρούσας ανάλυσης παρουσιάζονται περιγραφικά και δεν χρησιμοποιούνται για στατιστικές συγκρίσεις μεταξύ των τμημάτων.

Πίνακας 14. Υψηλότερα αξιολογημένες δυνητικές εφαρμογές ΑΙ ανά τμήμα

Τμήμα	n	Υψηλότερα αξιολογημένες εφαρμογές	M
R&D – Analytical Development	24	Outlier/Anomaly Detection	3,583
		Automated Data Integrity	3,542
R&D – Formulation Development	15	Stability–Shelf Life Prediction	3,800
		Formulation Optimization–DoE	3,667
Quality Control (QC)	5	Deviation Trend Monitoring	3,400
		Outlier Detection / Automated Data Integrity	3,200
Quality Assurance (QA)	12	Deviation Trend Monitoring	2,833
		Predictive Quality Management	2,667
Regulatory Affairs / Pharmacovigilance	8	Regulatory Monitoring & Compliance	3,500
		Internal Audit Risk Detection	3,375
Production / Manufacturing / Operations	11	Yield Optimization	3,000
		Batch Variance Forecasting	3,000
Engineering / Maintenance	8	Predictive Maintenance	3,125
		Cleanroom Anomaly Detection / Equipment Performance Analysis	3,125
Human Resources	5	CV Screening–Skills Gap	3,800
		Personalized Training–Virtual Mentoring	3,800
Supply Chain / Logistics	7	Logistics–Distribution Optimization	3,429
		Inventory Management Prediction	3,143
Commercial / Marketing / Customer Service	10	Sales Forecasting	3,600
		Market Trend Prediction	3,300
Information Technology (IT)	6	Automated Ticket Management / Cybersecurity applications*	4,333
		Chatbots–Internal Support	3,833
Legal	4	Clause Inconsistency Detection	3,500
		Automated Contract Review / Regulatory Change Monitoring	3,250
Senior Management	6	Quality Improvement–Deviations	3,833
		Cost Reduction–Efficiency	3,833

***Σημείωση:** Στο τμήμα Information Technology (IT), οι εφαρμογές Automated Ticket Management, Cybersecurity Threat Detection, Cybersecurity Response Recommendations και Cybersecurity Risk Assessment παρουσίασαν την ίδια μέση τιμή (M = 4,333). Οι εφαρμογές αξιολογήθηκαν σε πενταβάθμια

κλίμακα (1–5). Λόγω του μικρού μεγέθους ορισμένων υποδειγμάτων ανά τμήμα, τα αποτελέσματα παρουσιάζονται αποκλειστικά περιγραφικά.

Όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 14, οι εφαρμογές που έλαβαν τις υψηλότερες αξιολογήσεις διαφοροποιούνται ανάλογα με τη λειτουργία του κάθε τμήματος. Στο R&D – Analytical Development, οι υψηλότερες αξιολογήσεις καταγράφηκαν στην ανίχνευση ακραίων τιμών και ανωμαλιών ($M = 3,583$) και στην αυτοματοποιημένη διασφάλιση της ακεραιότητας δεδομένων ($M = 3,542$), ενώ στο R&D – Formulation Development ξεχώρισαν η πρόβλεψη σταθερότητας και διάρκειας ζωής του προϊόντος ($M = 3,800$) και η βελτιστοποίηση της σύνθεσης μέσω Σχεδιασμού Πειραμάτων (Design of Experiments, DoE) ($M = 3,667$).

Στα τμήματα ποιότητας, στο QC η υψηλότερη αξιολόγηση αφορούσε την παρακολούθηση τάσεων αποκλίσεων ($M = 3,400$), ενώ στο QA η ίδια εφαρμογή παρουσίασε επίσης την υψηλότερη, αν και περισσότερο συγκρατημένη, μέση τιμή ($M = 2,833$). Στο Regulatory Affairs/Pharmacovigilance ξεχώρισε η παρακολούθηση κανονιστικών απαιτήσεων και συμμόρφωσης ($M = 3,500$), ενώ στην παραγωγή οι υψηλότερες αξιολογήσεις αφορούσαν τη βελτιστοποίηση της απόδοσης και την πρόβλεψη διακυμάνσεων μεταξύ παρτίδων ($M = 3,000$ και στις δύο περιπτώσεις). Στο Engineering/Maintenance, η προγνωστική συντήρηση, η ανίχνευση προβλημάτων σε καθαρούς χώρους και η ανάλυση απόδοσης εξοπλισμού παρουσίασαν την ίδια υψηλότερη μέση τιμή ($M = 3,125$).

Αντίστοιχα, στο Human Resources υψηλότερα αξιολογήθηκαν η αξιολόγηση βιογραφικών και ο εντοπισμός ελλείψεων δεξιοτήτων, καθώς και η εξατομικευμένη εκπαίδευση και εικονική καθοδήγηση ($M = 3,800$). Στο Supply Chain/Logistics ξεχώρισε η βελτιστοποίηση της εφοδιαστικής και της διανομής ($M = 3,429$), ενώ στο Commercial/Marketing/Customer Service η υψηλότερη αξιολόγηση καταγράφηκε στην πρόβλεψη πωλήσεων ($M = 3,600$).

Ιδιαίτερα υψηλές μέσες τιμές παρατηρήθηκαν στο τμήμα του Information Technology, όπου η αυτοματοποιημένη διαχείριση αιτημάτων και οι εξεταζόμενες εφαρμογές κυβερνοασφάλειας παρουσίασαν την ίδια μέση τιμή ($M = 4,333$). Στο Legal, υψηλότερα αξιολογήθηκε ο εντοπισμός ασυνεπειών σε συμβατικές ρήτρες ($M = 3,500$). Τέλος, μεταξύ των συμμετεχόντων της ανώτερης διοίκησης, η βελτίωση της ποιότητας και η διαχείριση αποκλίσεων, καθώς και η μείωση του κόστους και η βελτίωση της αποδοτικότητας, παρουσίασαν τις υψηλότερες μέσες τιμές ($M = 3,833$).

Συνολικά, τα ευρήματα αναδεικνύουν διαφορετικές δυνητικές εφαρμογές της AI ανά επιχειρησιακή λειτουργία. Ωστόσο, δεδομένου του μικρού αριθμού συμμετεχόντων σε αρκετά από τα επιμέρους τμήματα, τα αποτελέσματα αυτά θα πρέπει να ερμηνεύονται ως

ενδεικτικά των προτιμήσεων του συγκεκριμένου δείγματος και όχι ως στατιστικά τεκμηριωμένες διαφορές μεταξύ των επαγγελματικών ομάδων στον κλάδο της φαρμακοβιομηχανίας της Κύπρου.

4.7 Αντιλαμβανόμενα Οφέλη, Εμπόδια και Κίνδυνοι από την Εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης

4.7.1 Αντιλαμβανόμενα οφέλη από την εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης

Στο πλαίσιο της έρευνας διερευνήθηκαν τα οφέλη που οι συμμετέχοντες θεωρούν ότι μπορεί να προκύψουν από την εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης στις δραστηριότητες των φαρμακευτικών επιχειρήσεων. Οι επιμέρους παράμετροι αξιολογήθηκαν σε πενταβάθμια κλίμακα Likert (1–5), με υψηλότερες τιμές να αντιστοιχούν σε μεγαλύτερο βαθμό αντιλαμβανόμενου οφέλους.

Πίνακας 15. Αντιλαμβανόμενα οφέλη από την εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης

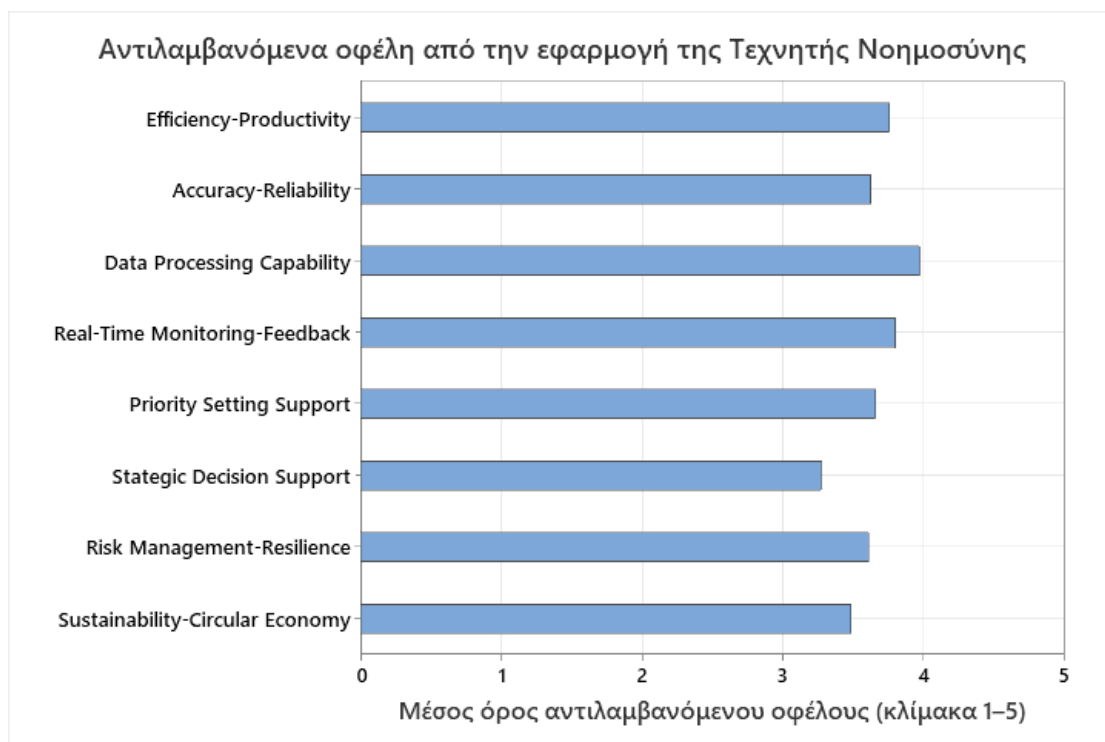
Αντιλαμβανόμενο όφελος	N	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση
Αύξηση αποδοτικότητας και παραγωγικότητας	121	3,760	0,966
Βελτίωση ακρίβειας και αξιοπιστίας	121	3,628	1,034
Ενίσχυση δυνατότητας επεξεργασίας δεδομένων	121	3,975	0,821
Παρακολούθηση και ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο	121	3,802	0,909
Υποστήριξη καθορισμού προτεραιοτήτων	121	3,661	0,918
Υποστήριξη στρατηγικών αποφάσεων	121	3,273	1,095
Διαχείριση κινδύνων και ενίσχυση ανθεκτικότητας	121	3,612	0,969
Βιωσιμότητα και κυκλική οικονομία	121	3,488	1,058

Όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 15, οι συμμετέχοντες αναγνώρισαν οφέλη από την εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης σε όλες τις εξεταζόμενες διαστάσεις, καθώς όλες οι μέσες τιμές ήταν υψηλότερες από το μέσο σημείο της κλίμακας. Η υψηλότερη μέση τιμή καταγράφηκε στην ενίσχυση της δυνατότητας επεξεργασίας δεδομένων ($M = 3,975$, $SD = 0,821$), ενώ ακολούθησαν η παρακολούθηση και ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο (M

= 3,802, SD = 0,909) και η αύξηση της αποδοτικότητας και παραγωγικότητας (M = 3,760, SD = 0,966).

Θετικά αξιολογήθηκαν επίσης η υποστήριξη του καθορισμού προτεραιοτήτων (M = 3,661, SD = 0,918), η βελτίωση της ακρίβειας και αξιοπιστίας (M = 3,628, SD = 1,034) και η διαχείριση κινδύνων και ενίσχυση της οργανωσιακής ανθεκτικότητας (M = 3,612, SD = 0,969). Χαμηλότερες, αν και επίσης υψηλότερες από το μέσο σημείο της κλίμακας, ήταν οι αξιολογήσεις για τη βιωσιμότητα και την κυκλική οικονομία (M = 3,488, SD = 1,058) και την υποστήριξη στρατηγικών αποφάσεων (M = 3,273, SD = 1,095).

Συνολικά, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι συμμετέχοντες αντιλαμβάνονται ως υψηλότερα αξιολογημένα δυνητικά οφέλη της ΑΙ εκείνα που σχετίζονται με την επεξεργασία και αξιοποίηση δεδομένων, την παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο και τη βελτίωση της επιχειρησιακής αποδοτικότητας.



Σχήμα 4.4. Αντιλαμβανόμενα οφέλη από την εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης

4.7.2 Εμπόδια και Προκλήσεις στην Εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης

Παράλληλα με τα δυνητικά οφέλη, διερευνήθηκαν οι παράγοντες που ενδέχεται να αποτελέσουν εμπόδια ή προκλήσεις κατά την εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης στις φαρμακευτικές επιχειρήσεις. Οι επιμέρους παράγοντες αξιολογήθηκαν σε πενταβάθμια κλίμακα Likert (1–5), όπου υψηλότερες τιμές αντιστοιχούν σε μεγαλύτερη αντιλαμβανόμενη σημαντικότητα του εκάστοτε εμποδίου.

Πίνακας 16. Αντιλαμβανόμενα εμπόδια και προκλήσεις στην εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης

Εμπόδιο / πρόκληση	N	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση
Ετοιμότητα και διαθεσιμότητα δεδομένων	121	3,298	0,946
Περιορισμοί προϋπολογισμού και πόρων	121	3,314	0,975
Διαθεσιμότητα εξειδικευμένου προσωπικού	121	3,314	1,033
Απαιτήσεις υποδομών και εκπαίδευσης	121	3,289	1,060
Κανονιστική συμμόρφωση	121	3,322	1,026
Πολυπλοκότητα επικύρωσης	121	3,306	1,032
Ευθυγράμμιση διοίκησης και οργανωσιακή κουλτούρα	121	3,281	1,066

Όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 16, όλες οι εξεταζόμενες προκλήσεις παρουσίασαν μέσες τιμές υψηλότερες από το μέσο σημείο της κλίμακας, με περιορισμένες διαφοροποιήσεις μεταξύ τους. Η υψηλότερη μέση τιμή καταγράφηκε στην κανονιστική συμμόρφωση ($M = 3,322$, $SD = 1,026$), ενώ ακολούθησαν οι περιορισμοί προϋπολογισμού και πόρων ($M = 3,314$, $SD = 0,975$) και η διαθεσιμότητα εξειδικευμένου προσωπικού ($M = 3,314$, $SD = 1,033$).

Παρόμοιες αξιολογήσεις καταγράφηκαν για την πολυπλοκότητα της επικύρωσης ($M = 3,306$, $SD = 1,032$), την ετοιμότητα και διαθεσιμότητα των δεδομένων ($M = 3,298$, $SD = 0,946$) και τις απαιτήσεις σε υποδομές και εκπαίδευση ($M = 3,289$, $SD = 1,060$). Η χαμηλότερη μέση τιμή καταγράφηκε στην ευθυγράμμιση της διοίκησης και την οργανωσιακή κουλτούρα ($M = 3,281$, $SD = 1,066$), χωρίς ωστόσο να διαφοροποιείται ουσιαστικά από τις υπόλοιπες διαστάσεις.

Συνολικά, η μικρή διακύμανση των μέσων τιμών υποδηλώνει ότι οι συμμετέχοντες δεν αναγνωρίζουν ένα μεμονωμένο κυρίαρχο εμπόδιο στην εφαρμογή της ΑΙ, αλλά αντιλαμβάνονται ένα ευρύτερο σύνολο οργανωσιακών, τεχνικών, οικονομικών και κανονιστικών προκλήσεων με σχετικά παρόμοια βαρύτητα.



Σχήμα 5. Εμπόδια και προκλήσεις στην εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης

4.7.3 Αντιλαμβανόμενοι Κίνδυνοι από τη Χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης

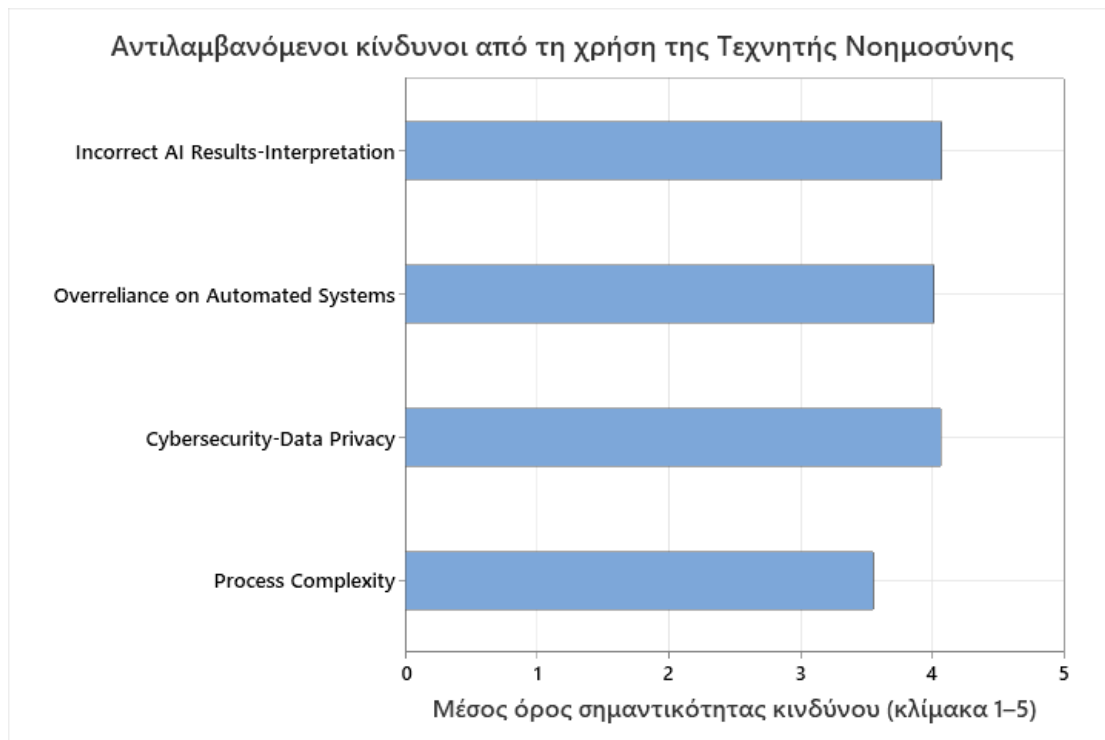
Εκτός από τα οφέλη και τις προκλήσεις εφαρμογής, διερευνήθηκε η αντίληψη των συμμετεχόντων σχετικά με βασικούς κινδύνους που ενδέχεται να συνοδεύουν τη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης. Οι κίνδυνοι αξιολογήθηκαν σε πενταβάθμια κλίμακα Likert (1–5), όπου υψηλότερες τιμές αντιστοιχούν σε μεγαλύτερη αντιλαμβανόμενη σημαντικότητα του εκάστοτε κινδύνου.

Πίνακας 17. Αντιλαμβανόμενοι κίνδυνοι από τη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης

Αντιλαμβανόμενος κίνδυνος	N	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση
Λανθασμένα αποτελέσματα ή εσφαλμένη ερμηνεία αποτελεσμάτων AI	121	4,074	0,968
Υπερβολική εξάρτηση από αυτοματοποιημένα συστήματα	121	4,017	1,016
Κυβερνοασφάλεια και ιδιωτικότητα δεδομένων	121	4,066	0,964
Πολυπλοκότητα διαδικασιών	121	3,554	1,072

Όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 17, οι συμμετέχοντες αξιολόγησαν με ιδιαίτερα υψηλές μέσες τιμές τρεις από τους τέσσερις εξεταζόμενους κινδύνους. Η υψηλότερη μέση τιμή καταγράφηκε στον κίνδυνο παραγωγής λανθασμένων αποτελεσμάτων ή εσφαλμένης ερμηνείας των αποτελεσμάτων της AI ($M = 4,074$, $SD = 0,968$), ενώ σχεδόν αντίστοιχη αξιολόγηση παρουσίασαν τα ζητήματα κυβερνοασφάλειας και ιδιωτικότητας δεδομένων ($M = 4,066$, $SD = 0,964$). Υψηλή ήταν επίσης η αξιολόγηση του κινδύνου υπερβολικής εξάρτησης από αυτοματοποιημένα συστήματα ($M = 4,017$, $SD = 1,016$).

Η πολυπλοκότητα των διαδικασιών παρουσίασε χαμηλότερη μέση τιμή σε σχέση με τους υπόλοιπους κινδύνους ($M = 3,554$, $SD = 1,072$), παρέμεινε ωστόσο υψηλότερη από το μέσο σημείο της κλίμακας. Συνολικά, τα αποτελέσματα καταδεικνύουν ότι οι συμμετέχοντες αναγνωρίζουν σημαντικούς κινδύνους που σχετίζονται κυρίως με την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων της AI, την προστασία των δεδομένων και την πιθανότητα υπερβολικής εξάρτησης από αυτοματοποιημένα συστήματα.



Σχήμα 6. Αντιλαμβανόμενοι κίνδυνοι από τη χρήση της Τεχνητής Νοημοσύνης

Συνοψίζοντας, τα ευρήματα δείχνουν ότι οι συμμετέχοντες αναγνωρίζουν σημαντικά δυνητικά οφέλη από την εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης, ιδιαίτερα ως προς την επεξεργασία δεδομένων, την παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο και την αποδοτικότητα. Παράλληλα, η υιοθέτηση της ΑΙ συνδέεται με ένα ευρύ σύνολο τεχνικών, οργανωσιακών, οικονομικών και κανονιστικών προκλήσεων, ενώ ιδιαίτερα υψηλές αξιολογήσεις καταγράφηκαν στους κινδύνους που αφορούν την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων, την κυβερνοασφάλεια, την ιδιωτικότητα των δεδομένων και την υπερβολική εξάρτηση από αυτοματοποιημένα συστήματα.

4.8 Διακυβέρνηση Δεδομένων και Στρατηγική Μελλοντικής Υιοθέτησης της Τεχνητής Νοημοσύνης

Στο πλαίσιο της αξιολόγησης της οργανωσιακής ετοιμότητας για την εφαρμογή της Τεχνητής Νοημοσύνης, εξετάστηκε επίσης η ύπαρξη διαδικασιών διακυβέρνησης δεδομένων για εφαρμογές ΑΙ, καθώς και οι προτιμώμενες προσεγγίσεις για τη μελλοντική ανάπτυξη και υιοθέτηση σχετικών λύσεων.

Πίνακας 18. Ύπαρξη διαδικασιών διακυβέρνησης δεδομένων για εφαρμογές ΑΙ

Απάντηση	Συχνότητα	Ποσοστό (%)
Ναι	9	7,44
Μερικώς	48	39,67
Όχι	26	21,49
Δεν είμαι σίγουρος/η	38	31,40
Σύνολο	121	100,00

Όσον αφορά τη διακυβέρνηση δεδομένων για εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης, μόλις το 7,44% των συμμετεχόντων δήλωσε ότι υπάρχουν σχετικές διαδικασίες στον οργανισμό του, ενώ το 39,67% ανέφερε ότι αυτές υφίστανται μερικώς. Παράλληλα, το 21,49% δήλωσε ότι δεν υπάρχουν τέτοιες διαδικασίες και ένα σημαντικό ποσοστό, 31,40%, δεν ήταν σε θέση να απαντήσει με βεβαιότητα. Τα αποτελέσματα υποδηλώνουν περιορισμένη παρουσία πλήρως καθιερωμένων διαδικασιών διακυβέρνησης δεδομένων για εφαρμογές ΑΙ, σύμφωνα με τις αντιλήψεις των συμμετεχόντων.

Πίνακας 19. Προτιμώμενος τρόπος υιοθέτησης της Τεχνητής Νοημοσύνης

Προτιμώμενη προσέγγιση	Συχνότητα	Ποσοστό (%)
Ανάπτυξη εσωτερικών συστημάτων Τεχνητής Νοημοσύνης	35	28,93
Χρήση έτοιμων εμπορικών εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης	34	28,10
Ανάθεση της ανάπτυξης σε εξωτερικό συνεργάτη	26	21,49
Δεν γνωρίζω	26	21,49
Σύνολο	121	100,00

Ως προς τον προτιμώμενο τρόπο υιοθέτησης της Τεχνητής Νοημοσύνης, δεν παρατηρείται σαφής κυριαρχία μίας συγκεκριμένης προσέγγισης. Η ανάπτυξη εσωτερικών συστημάτων ΑΙ συγκέντρωσε το υψηλότερο ποσοστό (28,93%), με πολύ μικρή διαφορά από τη χρήση έτοιμων εμπορικών εργαλείων (28,10%). Η ανάθεση της ανάπτυξης σε εξωτερικό συνεργάτη

επιλέχθηκε από το 21,49% των συμμετεχόντων, ενώ το ίδιο ποσοστό (21,49%) δήλωσε ότι δεν γνωρίζει ποια προσέγγιση θα ήταν προτιμότερη. Τα ευρήματα υποδηλώνουν διαφοροποίηση των απόψεων ως προς τον καταλληλότερο τρόπο υλοποίησης λύσεων ΑΙ και απουσία μιας σαφώς επικρατούσας στρατηγικής στο συγκεκριμένο δείγμα.

Πίνακας 20. Προτιμώμενος τύπος εξωτερικού συνεργάτη για την ανάπτυξη λύσεων ΑΙ

Τύπος οργανισμού	n	%
Συνδυασμός των παραπάνω	11	42,31
Εξειδικευμένη εταιρεία στον φαρμακευτικό κλάδο	7	26,92
Διεθνής εταιρεία τεχνολογίας	3	11,54
Ερευνητικός οργανισμός / πανεπιστήμιο	2	7,69
Δεν είμαι σίγουρος/η	2	7,69
Τοπική εταιρεία τεχνολογίας (Κύπρος και Ελλάδα)	1	3,85
Σύνολο	26	100,00

Σημείωση: Η συγκεκριμένη ερώτηση απαντήθηκε μόνο από τους 26 συμμετέχοντες που είχαν επιλέξει προηγουμένως την ανάθεση της ανάπτυξης λύσεων ΑΙ σε εξωτερικό συνεργάτη. Τα ποσοστά υπολογίζονται επί του $N = 26$.

Από τους 26 συμμετέχοντες που επέλεξαν την ανάθεση της ανάπτυξης λύσεων Τεχνητής Νοημοσύνης σε εξωτερικό συνεργάτη ως προτιμώμενη προσέγγιση, το μεγαλύτερο ποσοστό (42,31%) θεώρησε καταλληλότερο έναν συνδυασμό διαφορετικών τύπων οργανισμών. Ακολούθησε η επιλογή εξειδικευμένης εταιρείας στον φαρμακευτικό κλάδο (26,92%), ενώ το 11,54% επέλεξε διεθνή εταιρεία τεχνολογίας. Μικρότερα ποσοστά καταγράφηκαν για ερευνητικό οργανισμό ή πανεπιστήμιο (7,69%) και για τοπική εταιρεία τεχνολογίας από την Κύπρο ή την Ελλάδα (3,85%), ενώ το 7,69% δήλωσε ότι δεν ήταν σίγουρο για την καταλληλότερη επιλογή.

Συνολικά, τα αποτελέσματα της ενότητας δείχνουν ότι η μελλοντική υιοθέτηση της ΑΙ δεν συνδέεται με μία ενιαία προτιμώμενη στρατηγική. Παράλληλα, η περιορισμένη πλήρης εφαρμογή διαδικασιών διακυβέρνησης δεδομένων και η διαφοροποίηση των απόψεων ως προς τον τρόπο ανάπτυξης λύσεων ΑΙ υποδηλώνουν ότι οι οργανισμοί βρίσκονται ακόμη σε στάδιο διαμόρφωσης των κατάλληλων μηχανισμών και στρατηγικών για συστηματικότερη ενσωμάτωση της Τεχνητής Νοημοσύνης.

4.9 Αποτελέσματα Ανοικτών Ερωτήσεων

Οι ανοικτές ερωτήσεις ήταν προαιρετικές και οι απαντήσεις τους εξετάστηκαν περιγραφικά, με στόχο την ανάδειξη βασικών θεμάτων και χαρακτηριστικών παραδειγμάτων. Δεν πραγματοποιήθηκε ποσοτική κωδικοποίηση ή στατιστική ανάλυση των ανοικτών απαντήσεων.

4.9.1 Προβλήματα της Καθημερινής Εργασίας στα Οποία θα Μπορούσε να Συμβάλει η Τεχνητή Νοημοσύνη

Η πρώτη ανοικτή ερώτηση ζητούσε από τους συμμετέχοντες να αναφέρουν ποιο πρόβλημα της καθημερινής τους εργασίας θα επιθυμούσαν ιδανικά να επιλύεται ή να υποστηρίζεται μέσω της Τεχνητής Νοημοσύνης. Η ερώτηση ήταν προαιρετική και οι απαντήσεις παρουσίασαν σημαντική ποικιλομορφία, αντιστακώνοντας τις διαφορετικές επαγγελματικές λειτουργίες των συμμετεχόντων.

Ένα από τα βασικά θέματα που αναδείχθηκαν από την επισκόπηση των απαντήσεων αφορά την αυτοματοποίηση επαναλαμβανόμενων και χρονοβόρων εργασιών. Οι συμμετέχοντες αναφέρθηκαν, μεταξύ άλλων, στην αυτοματοποίηση της καταχώρισης και συλλογής δεδομένων, στην προετοιμασία αναφορών, περιλήψεων, ηλεκτρονικών μηνυμάτων και πρακτικών συναντήσεων, καθώς και στη δημιουργία και σύγκριση εγγράφων. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στη δυνατότητα εξοικονόμησης χρόνου, ώστε οι εργαζόμενοι να μπορούν να επικεντρώνονται σε δραστηριότητες μεγαλύτερης προστιθέμενης αξίας.

Ένα ακόμη βασικό πεδίο που αναδείχθηκε αφορά τη συλλογή, οργάνωση, επεξεργασία και ανάλυση μεγάλου όγκου δεδομένων. Στις απαντήσεις περιλαμβάνονται ανάγκες όπως η αναγνώριση τάσεων και αποκλίσεων, η ορθή ερμηνεία δεδομένων, η δημιουργία οπτικοποιήσεων και δεικτών απόδοσης (KPIs), καθώς και η εξαγωγή χρήσιμων πληροφοριών για την υποστήριξη της λήψης αποφάσεων.

Παράλληλα, καταγράφηκαν περισσότερο εξειδικευμένες εφαρμογές ανά επαγγελματική λειτουργία. Στην Έρευνα και Ανάπτυξη αναφέρθηκαν, μεταξύ άλλων, η αναζήτηση και σύνοψη επιστημονικής βιβλιογραφίας, η ερμηνεία αναλυτικών αποτελεσμάτων, η πρόβλεψη επιτυχίας μιας φαρμακοτεχνικής σύνθεσης και η υποστήριξη της ανάπτυξης προϊόντων. Στους τομείς ποιότητας αναφέρθηκαν η αυτοματοποίηση της ανασκόπησης φακέλων παρτίδας, η διερεύνηση αποκλίσεων και η ανάλυση αιτιών αστοχίας. Στις κανονιστικές

λειτουργίες αναφέρθηκαν η παρακολούθηση κανονιστικών απαιτήσεων και προθεσμιών, η σύγκριση κανονιστικών εγγράφων και η υποστήριξη απαντήσεων προς τις αρμόδιες αρχές.

Αντίστοιχα, στις παραγωγικές και τεχνικές λειτουργίες αναφέρθηκαν η βελτιστοποίηση διαδικασιών, η οργάνωση της παραγωγής και η πρόβλεψη βλαβών εξοπλισμού, ενώ στις εμπορικές και διοικητικές λειτουργίες εμφανίστηκαν εφαρμογές όπως η πρόβλεψη πωλήσεων και προϋπολογισμού, η ανάλυση εμπορικών δεδομένων, η ιεράρχηση έργων και εργασιών και η υποστήριξη στρατηγικών αποφάσεων. Στον τομέα ανθρώπινου δυναμικού αναφέρθηκαν επίσης η ανάλυση δεδομένων εργαζομένων και η υποστήριξη της αξιολόγησης βιογραφικών.

Συνολικά, η επισκόπηση των ανοικτών απαντήσεων παρουσιάζει εικόνα συμβατή με τα ευρήματα των κλειστών ερωτήσεων του ερωτηματολογίου. Οι ανάγκες που αναδείχθηκαν αφορούν κυρίως την εξοικονόμηση χρόνου, την αυτοματοποίηση εργασιών, την αποτελεσματικότερη διαχείριση και ανάλυση δεδομένων και την υποστήριξη της λήψης αποφάσεων, ενώ παράλληλα καταγράφηκαν περισσότερο εξειδικευμένες ανάγκες ανάλογα με το αντικείμενο εργασίας των συμμετεχόντων.

4.9.2 Εργαλεία Τεχνητής Νοημοσύνης που θα Επιθυμούσαν να Υλοποιήσουν οι Συμμετέχοντες

Η δεύτερη ανοικτή ερώτηση διερεύνησε ποιο εργαλείο Τεχνητής Νοημοσύνης θα επέλεγαν οι συμμετέχοντες να υλοποιήσουν άμεσα στο τμήμα τους. Οι απαντήσεις παρουσίασαν σημαντική ποικιλομορφία, από ήδη διαθέσιμα εργαλεία γενετικής Τεχνητής Νοημοσύνης έως περισσότερο εξειδικευμένες λύσεις προσαρμοσμένες στις ανάγκες συγκεκριμένων λειτουργιών της φαρμακευτικής βιομηχανίας.

Μεταξύ των απαντήσεων καταγράφηκαν αναφορές σε υφιστάμενα εργαλεία γενετικής Τεχνητής Νοημοσύνης, όπως ChatGPT, Claude, Gemini και Microsoft Copilot, καθώς και σε εφαρμογές Agentic AI. Οι επιλογές αυτές συνδέθηκαν κυρίως με την αναζήτηση και επεξεργασία πληροφοριών, την επικοινωνία, τη δημιουργία περιεχομένου και την αυτοματοποίηση καθημερινών εργασιών.

Παράλληλα, καταγράφηκαν προτάσεις για περισσότερο εξειδικευμένα εργαλεία ανάλυσης και αξιοποίησης δεδομένων. Μεταξύ των προτάσεων περιλαμβάνονταν εργαλεία που θα συγκεντρώνουν εργαστηριακά δεδομένα, προηγούμενα έργα και επιστημονική βιβλιογραφία,

θα εντοπίζουν αποκλίσεις και θα προτείνουν επόμενα βήματα, καθώς και εξειδικευμένα chatbots για την αντιμετώπιση προβλημάτων HPLC. Αναφέρθηκαν επίσης εργαλεία για αυτόματη αξιολόγηση εργαστηριακών δεδομένων και έγκαιρο εντοπισμό πιθανών αποτελεσμάτων OOS/OOT.

Στην Έρευνα και Ανάπτυξη, οι προτάσεις περιλάμβαναν εργαλεία για εικονική ανάπτυξη φαρμακοτεχνικών μορφών, προγνωστική μοντελοποίηση, πρόβλεψη της απόδοσης της ανάπτυξης μιας σύνθεσης, ανάλυση επιστημονικής βιβλιογραφίας και υποστήριξη της ανάπτυξης αναλυτικών μεθόδων.

Στις λειτουργίες παραγωγής, τεχνικής υποστήριξης και εφοδιαστικής αλυσίδας, αναφέρθηκαν λύσεις για παρακολούθηση και βελτιστοποίηση της παραγωγής, πρόβλεψη βλαβών εξοπλισμού, προγραμματισμό συντήρησης, πρόβλεψη ελλείψεων πρώτων υλών και βελτιστοποίηση της χωροθέτησης αποθεμάτων στις αποθήκες.

Αντίστοιχα, στις κανονιστικές και νομικές λειτουργίες προτάθηκαν εργαλεία για παρακολούθηση κανονιστικών αλλαγών, αναζήτηση κατευθυντήριων οδηγιών, σύγκριση εκδόσεων φακέλων, εντοπισμό ελλিপών πληροφοριών, υποστήριξη της προετοιμασίας απαντήσεων προς τις αρμόδιες αρχές και αξιολόγηση κινδύνου συμβάσεων.

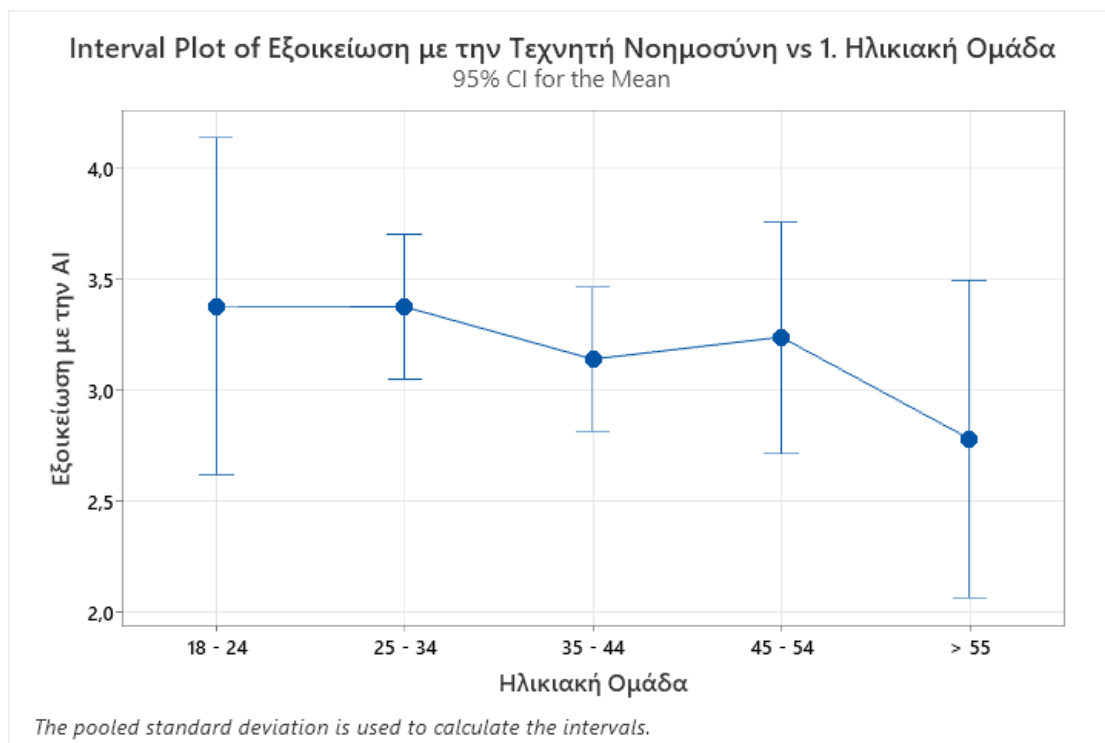
Τέλος, καταγράφηκαν προτάσεις που αφορούν την πρόβλεψη πωλήσεων και ζήτησης, την ανάλυση τάσεων της αγοράς, την αυτοματοποίηση αναφορών και KPIs, την πρόβλεψη προϋπολογισμού και την υποστήριξη επιχειρησιακών αποφάσεων.

Συνολικά, από την επισκόπηση των απαντήσεων προκύπτει ότι το ενδιαφέρον των συμμετεχόντων δεν περιορίζεται σε γενικά εργαλεία γενετικής AI, αλλά περιλαμβάνει και εξειδικευμένες ή ενσωματωμένες εφαρμογές προσαρμοσμένες στις ανάγκες διαφορετικών επιχειρησιακών λειτουργιών. Οι προτάσεις αφορούν, μεταξύ άλλων, την αυτοματοποίηση επαναλαμβανόμενων εργασιών, την ανάλυση και αξιοποίηση δεδομένων, την πρόβλεψη, την υποστήριξη της λήψης αποφάσεων και την ταχύτερη πρόσβαση σε σχετικές πληροφορίες.

4.10 Διερεύνηση Διαφορών ως προς την Εξοικείωση με την Τεχνητή Νοημοσύνη και την Οργανωσιακή Ετοιμότητα

Για τη διερεύνηση πιθανών διαφορών στην εξοικείωση των συμμετεχόντων με την Τεχνητή Νοημοσύνη ανάλογα με βασικά δημογραφικά και επαγγελματικά χαρακτηριστικά, πραγματοποιήθηκε ανάλυση διακύμανσης μίας κατεύθυνσης (One-way ANOVA). Εξετάστηκαν ειδικότερα η ηλικιακή ομάδα, το επίπεδο θέσης και τα έτη εμπειρίας στο τμήμα. Επιπλέον, διερευνήθηκε κατά πόσο η αντιλαμβανόμενη οργανωσιακή ετοιμότητα για την ΑΙ διαφοροποιείται ανάλογα με το επίπεδο θέσης των συμμετεχόντων. Ως επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ορίστηκε το $\alpha = 0,05$.

Ως προς την ηλικία, δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στην εξοικείωση με την ΑΙ μεταξύ των ηλικιακών ομάδων ($p = 0,596 > 0,05$). Περιγραφικά, υψηλότερες μέσες τιμές καταγράφηκαν στις ηλικιακές ομάδες 18–24 ετών ($M = 3,375$) και 25–34 ετών ($M = 3,372$), ενώ η χαμηλότερη μέση τιμή παρατηρήθηκε στην ομάδα άνω των 55 ετών ($M = 2,778$). Ωστόσο, οι παρατηρούμενες διαφορές δεν ήταν στατιστικά σημαντικές και, συνεπώς, τα αποτελέσματα δεν παρέχουν επαρκή ένδειξη ότι η εξοικείωση με την ΑΙ διαφοροποιείται ανάλογα με την ηλικιακή ομάδα.

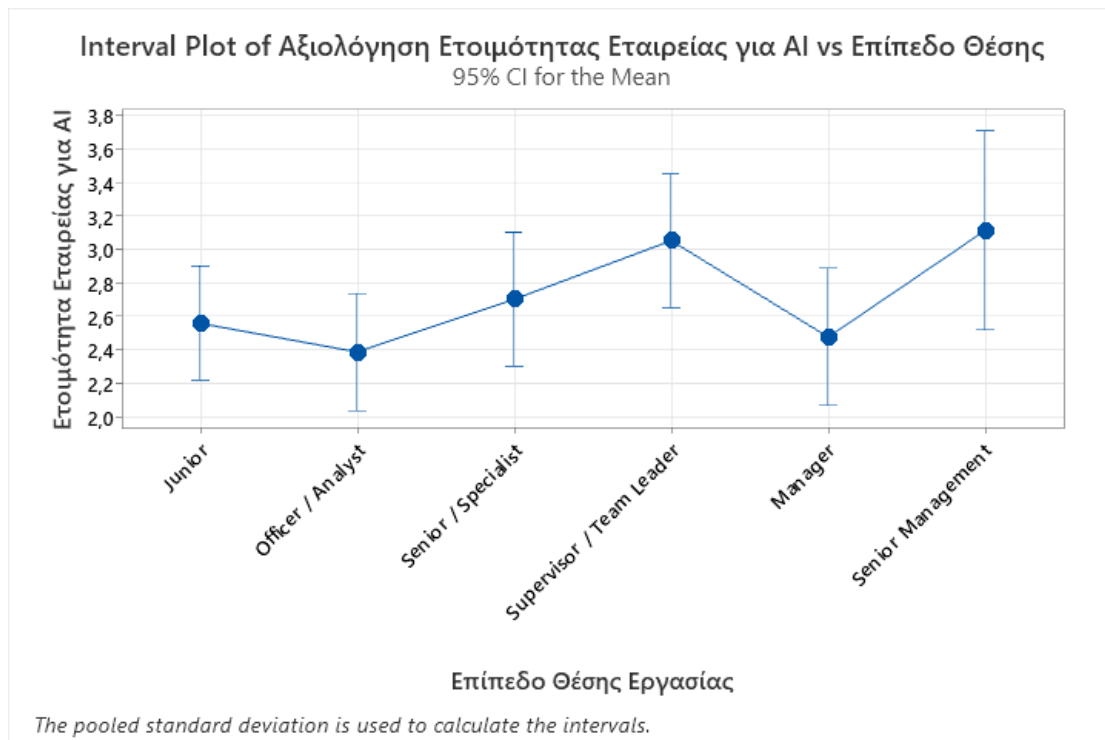


Σχήμα 7. Εξοικείωση με την Τεχνητή Νοημοσύνη ανά ηλικιακή ομάδα

Αντίστοιχα, δεν προέκυψε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στην εξοικείωση με την ΑΙ μεταξύ των διαφορετικών επιπέδων επαγγελματικής θέσης ($p = 0,386 > 0,05$). Παρότι περιγραφικά οι συμμετέχοντες της ανώτερης διοίκησης παρουσίασαν την υψηλότερη μέση τιμή ($M = 3,667$), ακολουθούμενοι από τους Supervisors/Team Leaders ($M = 3,500$), οι διαφορές μεταξύ των επιμέρους κατηγοριών δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Επομένως, δεν προκύπτει επαρκής ένδειξη ότι το επίπεδο θέσης συνδέεται με διαφορετικό επίπεδο εξοικείωσης με την ΑΙ.

Ομοίως, για τα έτη εμπειρίας στο τμήμα, επίσης δεν παρατηρήθηκε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση ($p = 0,888 > 0,05$). Οι μέσες τιμές ήταν παρόμοιες μεταξύ των τεσσάρων κατηγοριών εμπειρίας, γεγονός που συμφωνεί με το αποτέλεσμα της ανάλυσης διακύμανσης. Συνεπώς, στο συγκεκριμένο δείγμα δεν προέκυψε ένδειξη ότι τα έτη επαγγελματικής εμπειρίας στο τμήμα διαφοροποιούν το επίπεδο εξοικείωσης των συμμετεχόντων με την ΑΙ.

Τέλος, εξετάστηκε και η αντιλαμβανόμενη οργανωσιακή ετοιμότητα για την ΑΙ ανάλογα με το επίπεδο θέσης. Οι υψηλότερες μέσες τιμές καταγράφηκαν στην ανώτερη διοίκηση ($M = 3,111$) και στους Supervisors/Team Leaders ($M = 3,050$), ενώ χαμηλότερες τιμές παρατηρήθηκαν στους Officers/Analysts ($M = 2,385$) και στους Managers ($M = 2,474$). Παρά τις περιγραφικές αυτές διαφοροποιήσεις, το αποτέλεσμα της ANOVA δεν έφθασε το προκαθορισμένο επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας ($p = 0,096 > 0,05$). Επομένως, δεν τεκμηριώνεται στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση της αντιλαμβανόμενης οργανωσιακής ετοιμότητας ανάλογα με το επίπεδο θέσης. Αξίζει, ωστόσο, να σημειωθεί ότι η συγκεκριμένη ανάλυση παρουσίασε χαμηλότερη τιμή p σε σύγκριση με τις αντίστοιχες αναλύσεις της εξοικείωσης με την ΑΙ ως προς την ηλικία, το επίπεδο θέσης και τα έτη εμπειρίας, χωρίς το εύρημα αυτό να μεταβάλλει το συμπέρασμα περί μη στατιστικής σημαντικότητας.



Σχήμα 8. Αντιλαμβανόμενη οργανωσιακή ετοιμότητα για την Τεχνητή Νοημοσύνη ανά επίπεδο θέσης εργασίας.

Συνολικά, οι αναλύσεις δεν ανέδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις ως προς την εξοικείωση με την AI βάσει ηλικίας, επιπέδου θέσης ή ετών εμπειρίας. Αντίστοιχα, δεν διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφοροποίηση στην αντιλαμβανόμενη οργανωσιακή ετοιμότητα μεταξύ των διαφορετικών επιπέδων θέσης. Τα αποτελέσματα αυτά υποδηλώνουν ότι, στο συγκεκριμένο δείγμα, οι συγκεκριμένοι δημογραφικοί και επαγγελματικοί παράγοντες δεν αποτέλεσαν ισχυρούς διαφοροποιητικούς παράγοντες για τις μεταβλητές που εξετάστηκαν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Συζήτηση και Συμπεράσματα

Η παρούσα έρευνα διερεύνησε την υφιστάμενη κατάσταση και τις προοπτικές του ψηφιακού μετασχηματισμού με βάση την Τεχνητή Νοημοσύνη (Artificial Intelligence, AI) στον φαρμακευτικό κλάδο της Κύπρου, εστιάζοντας στο επίπεδο γνώσης και κατανόησης των σχετικών τεχνολογιών, στις στάσεις των εργαζομένων, στην οργανωσιακή ετοιμότητα, στην υφιστάμενη και δυνητική αξιοποίηση εφαρμογών AI, καθώς και στα οφέλη, στα εμπόδια και στους κινδύνους που συνδέονται με την υιοθέτησή τους. Συνολικά, τα ευρήματα διαμορφώνουν την εικόνα ενός κλάδου στον οποίο υπάρχει ενδιαφέρον και θετική στάση απέναντι στην AI, χωρίς ωστόσο η υφιστάμενη αξιοποίησή της και η οργανωσιακή προετοιμασία να έχουν φθάσει ακόμη σε αντίστοιχο επίπεδο ωριμότητας.

Ένα από τα βασικά ευρήματα αφορά τη διαφοροποίηση μεταξύ της γενικής εξοικείωσης με την AI και της βαθύτερης κατανόησης των επιμέρους τεχνολογιών της. Οι συμμετέχοντες παρουσίασαν μεγαλύτερη εξοικείωση με περισσότερο διαδεδομένες έννοιες, όπως η Τεχνητή Νοημοσύνη και η Ανάλυση Δεδομένων (Data Analytics), ενώ χαμηλότερα επίπεδα καταγράφηκαν σε περισσότερο εξειδικευμένες ή νεότερες έννοιες, όπως η Παραγωγική Τεχνητή Νοημοσύνη (Generative AI), η Πρακτορική Τεχνητή Νοημοσύνη (Agentic AI), η Προγνωστική Μοντελοποίηση (Predictive Modeling) και η Επεξεργασία Φυσικής Γλώσσας (Natural Language Processing, NLP). Παράλληλα, τα σχετικά υψηλά ποσοστά ορθών απαντήσεων στις ερωτήσεις αντικειμενικής γνώσης δείχνουν ότι υπάρχει μία βασική γνωστική υποδομή πάνω στην οποία μπορούν να αναπτυχθούν περισσότερο εξειδικευμένες δεξιότητες. Ωστόσο, η χαμηλότερη αντιλαμβανόμενη κατανόηση των αντίστοιχων τεχνολογιών σε επίπεδο οργανισμού υποδηλώνει ότι η ατομική εξοικείωση των εργαζομένων δεν έχει μετατραπεί ακόμη σε εξίσου εδραιωμένη οργανωσιακή γνώση και τεχνογνωσία. Η διαπίστωση αυτή είναι συμβατή με τη βιβλιογραφία, η οποία αναγνωρίζει την επάρκεια γνώσεων και δεξιοτήτων και, ευρύτερα, τον εγγραμματισμό στην Τεχνητή Νοημοσύνη (AI Literacy) ως σημαντικές προϋποθέσεις για την αποτελεσματική ενσωμάτωση της AI στην καθημερινή εργασία (Lamberti *et al.*, 2019; Felemban, Sohail and Ruikar, 2024; Neelayapalem, 2026).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι η εξοικείωση με την AI δεν διαφοροποιήθηκε στατιστικά σημαντικά ανάλογα με την ηλικία, τα έτη εμπειρίας ή το επίπεδο θέσης των συμμετεχόντων. Παρότι παρατηρήθηκαν ορισμένες περιγραφικές διαφορές μεταξύ των επιμέρους ομάδων, οι σχετικές αναλύσεις δεν παρείχαν επαρκή

στατιστική τεκμηρίωση για την ύπαρξη συστηματικών διαφορών. Στο πλαίσιο του συγκεκριμένου δείγματος, επομένως, η εξοικείωση με την ΑΙ δεν φαίνεται να αποτελεί αποκλειστικό χαρακτηριστικό συγκεκριμένων ηλικιακών ή επαγγελματικών ομάδων. Το εύρημα αυτό ενισχύει την άποψη ότι η ανάπτυξη γνώσεων και δεξιοτήτων σχετικών με την ΑΙ θα πρέπει να αντιμετωπίζεται ως οριζόντια οργανωσιακή ανάγκη και να αφορά το ανθρώπινο δυναμικό συνολικά και όχι μόνο συγκεκριμένες ομάδες εργαζομένων.

Τα αποτελέσματα σχετικά με την οργανωσιακή ετοιμότητα αποτελούν ένα ακόμη σημαντικό σημείο της έρευνας. Η ψηφιοποίηση, η οργάνωση, η τυποποίηση και η προσβασιμότητα των δεδομένων εμφανίστηκαν σε μέτρια επίπεδα, ενώ περιορισμένη ήταν η πλήρης εφαρμογή διαδικασιών διακυβέρνησης δεδομένων για εφαρμογές ΑΙ. Παράλληλα, σημαντικό μέρος των συμμετεχόντων δεν ήταν βέβαιο για την ύπαρξη εξειδικευμένου προσωπικού ή συγκεκριμένων διαδικασιών σχετικών με την ΑΙ στον οργανισμό του. Τα ευρήματα αυτά συνάδουν με τη βιβλιογραφική προσέγγιση της οργανωσιακής ετοιμότητας, σύμφωνα με την οποία η επιτυχής υιοθέτηση της ΑΙ εξαρτάται από έναν συνδυασμό πόρων, γνώσης, κατάλληλων δεδομένων, τεχνολογικών υποδομών, οργανωσιακών διαδικασιών, διοικητικής υποστήριξης και στρατηγικής ευθυγράμμισης (Jöhnk, Weißert and Wyrski, 2021; Holmström, 2022; Uren and Edwards, 2023; Pinto *et al.*, 2025). Συνεπώς, η υιοθέτηση της ΑΙ δεν αποτελεί απλώς ζήτημα απόκτησης ενός τεχνολογικού εργαλείου, αλλά μία ευρύτερη κοινωνικοτεχνική και οργανωσιακή αλλαγή που απαιτεί παράλληλη προσαρμογή δεδομένων, δεξιοτήτων, διαδικασιών και τρόπων λήψης αποφάσεων.

Ενδιαφέρον παρουσίασε και η διερεύνηση της αντιλαμβανόμενης οργανωσιακής ετοιμότητας ανάλογα με το επίπεδο θέσης. Περιγραφικά, υψηλότερες αξιολογήσεις καταγράφηκαν στην ανώτερη διοίκηση και στους Supervisors/Team Leaders, ενώ χαμηλότερες σε ορισμένες άλλες επαγγελματικές βαθμίδες. Η διαφοροποίηση αυτή δεν ήταν στατιστικά σημαντική, αν και η συγκεκριμένη ανάλυση παρουσίασε χαμηλότερη τιμή *p* σε σύγκριση με τις αναλύσεις που αφορούσαν την εξοικείωση με την ΑΙ ως προς την ηλικία, την εμπειρία και το επίπεδο θέσης. Συνεπώς, δεν μπορεί να υποστηριχθεί ότι η θέση στην οργανωσιακή ιεραρχία διαφοροποιεί την αντίληψη της ετοιμότητας. Ωστόσο, η περιγραφική αυτή εικόνα παρουσιάζει ενδιαφέρον υπό το πρίσμα της βιβλιογραφίας, η οποία αποδίδει ιδιαίτερη σημασία στη διοικητική υποστήριξη, καθώς η ανώτατη διοίκηση επηρεάζει τη χρηματοδότηση, τον καθορισμό προτεραιοτήτων και τη στρατηγική κατεύθυνση των πρωτοβουλιών ΑΙ (Lada *et al.*, 2023; Felemban, Sohail and Ruikar, 2024; Neumann, Guirguis and Steiner, 2024). Πιθανές διαφοροποιήσεις στην πληροφόρηση ή στην αντίληψη της ετοιμότητας μεταξύ οργανωσιακών επιπέδων θα μπορούσαν επομένως να αποτελέσουν αντικείμενο περαιτέρω έρευνας.

Παρά το μέτριο επίπεδο οργανωσιακής ετοιμότητας, οι στάσεις των εργαζομένων απέναντι στην AI ήταν γενικά θετικές. Οι συμμετέχοντες αναγνώρισαν ιδιαίτερα τη δυνατότητά της να ενισχύσει την αποδοτικότητα και να υποστηρίξει τη λήψη αποφάσεων, ενώ η περιέργεια αποτέλεσε το συχνότερα καταγεγραμμένο συναίσθημα απέναντι στην τεχνολογία. Το αποτέλεσμα αυτό αποκτά ιδιαίτερη σημασία υπό το πρίσμα της Θεωρίας Αποδοχής της Τεχνολογίας (Technology Acceptance Model, TAM), σύμφωνα με την οποία η αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα μιας τεχνολογίας συνδέεται με τη στάση του χρήστη και την πρόθεσή του να την υιοθετήσει (Ibrahim *et al.*, 2024). Η θετική αντίληψη των εργαζομένων ως προς τη δυνητική χρησιμότητα της AI μπορεί, επομένως, να θεωρηθεί ευνοϊκή προϋπόθεση για τη μελλοντική αξιοποίησή της.

Η θετική στάση, ωστόσο, συνυπάρχει με ανησυχίες σχετικά με την ιδιωτικότητα, την κανονιστική συμμόρφωση και την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων. Η συνύπαρξη αυτή δεν θα πρέπει να θεωρηθεί αντιφατική. Αντίθετα, υποδηλώνει ότι οι εργαζόμενοι αναγνωρίζουν τις δυνατότητες της AI χωρίς να παραβλέπουν τους περιορισμούς και τις απαιτήσεις ασφαλούς εφαρμογής της. Η βιβλιογραφία υπογραμμίζει αντίστοιχα ότι οι στάσεις των εργαζομένων, η εμπιστοσύνη και η αποτελεσματική διαχείριση της οργανωσιακής αλλαγής αποτελούν κρίσιμους παράγοντες για την επιτυχή υιοθέτηση συστημάτων AI (Felemban, Sohail and Ruikar, 2024; Neumann, Guirguis and Steiner, 2024).

Ιδιαίτερα χαρακτηριστική είναι η απόσταση μεταξύ της υφιστάμενης και της δυνητικής αξιοποίησης της AI. Η σημερινή χρήση επικεντρώνεται περισσότερο σε γενικά διαθέσιμα εργαλεία, όπως το ChatGPT, το Copilot και το Gemini, καθώς και σε υποστηρικτικές δραστηριότητες όπως οι μεταφράσεις. Αντίθετα, η αξιοποίηση περισσότερο εξειδικευμένων εφαρμογών στις επιστημονικές και επιχειρησιακές διαδικασίες εμφανίζεται περιορισμένη. Την ίδια στιγμή, οι συμμετέχοντες αναγνώρισαν ένα ιδιαίτερα ευρύ φάσμα πιθανών εφαρμογών προσαρμοσμένων στις ανάγκες των διαφορετικών λειτουργιών της φαρμακευτικής βιομηχανίας. Η απόσταση αυτή μεταξύ υφιστάμενης και δυνητικής χρήσης αποτελεί σημαντικό εύρημα, καθώς υποδηλώνει ότι οι δυνατότητες της τεχνολογίας αναγνωρίζονται σε μεγαλύτερο βαθμό από όσο αξιοποιούνται σήμερα στην καθημερινή επιχειρησιακή πρακτική.

Οι διαφοροποιήσεις μεταξύ των επιμέρους τμημάτων παρουσιάζουν επίσης ενδιαφέρον, καθώς οι υψηλότερα αξιολογημένες εφαρμογές αντανakλούν σε σημαντικό βαθμό τις διαφορετικές λειτουργικές ανάγκες τους. Στην Έρευνα και Ανάπτυξη αναδείχθηκαν εφαρμογές σχετικές με την ανάπτυξη προϊόντων και αναλυτικών μεθόδων, τη σταθερότητα και την αξιοποίηση δεδομένων, ενώ στις υπόλοιπες λειτουργίες εμφανίστηκαν εφαρμογές

σχετικές με την ποιότητα, την παραγωγή, την προγνωστική συντήρηση, την κανονιστική παρακολούθηση, την εφοδιαστική αλυσίδα, την κυβερνοασφάλεια, τις εμπορικές δραστηριότητες και τη διοίκηση. Η εικόνα αυτή βρίσκεται σε συμφωνία με τη διεθνή βιβλιογραφία, η οποία καταγράφει εφαρμογές της ΑΙ σε ολόκληρο σχεδόν τον κύκλο ζωής του φαρμάκου και σε διαφορετικές λειτουργίες της φαρμακευτικής επιχείρησης, από την ανάπτυξη και την παραγωγή έως τον ποιοτικό έλεγχο, τις κανονιστικές υποθέσεις και τη φαρμακοεπαγρύπνηση (Rathore *et al.*, 2023; Huanbutta *et al.*, 2024).

Τα συγκεκριμένα αποτελέσματα ανά τμήμα θα πρέπει, ωστόσο, να ερμηνεύονται αποκλειστικά σε περιγραφικό επίπεδο. Η πραγματοποίηση συγκριτικής ανάλυσης μεταξύ των 13 τμημάτων δεν κρίθηκε κατάλληλη, καθώς σε αρκετές κατηγορίες ο αριθμός των συμμετεχόντων ήταν ιδιαίτερα περιορισμένος. Μία τέτοια ανάλυση θα είχε περιορισμένη αξιοπιστία και ερμηνευτική αξία. Κατά συνέπεια, οι διαφοροποιήσεις που καταγράφηκαν αποτελούν κυρίως ενδείξεις πιθανών πεδίων εφαρμογής και όχι στατιστικά τεκμηριωμένες διαφορές μεταξύ των επαγγελματικών λειτουργιών.

Οι ανοικτές απαντήσεις συμπληρώνουν την παραπάνω εικόνα, καθώς οι συμμετέχοντες εντόπισαν συγκεκριμένα προβλήματα της καθημερινής εργασίας στα οποία θα μπορούσε να συμβάλει η ΑΙ. Η αυτοματοποίηση επαναλαμβανόμενων και χρονοβόρων εργασιών, η αποτελεσματικότερη συλλογή και επεξεργασία δεδομένων, η αναζήτηση και σύνοψη πληροφοριών, η πρόβλεψη και η υποστήριξη της λήψης αποφάσεων αποτέλεσαν βασικούς άξονες των απαντήσεων. Παράλληλα, προτάθηκαν περισσότερο εξειδικευμένες λύσεις προσαρμοσμένες στις ιδιαίτερες απαιτήσεις διαφορετικών λειτουργιών. Οι απαντήσεις αυτές υποδηλώνουν ότι η ΑΙ δεν γίνεται αντιληπτή μόνο ως μία γενική ή μελλοντική τεχνολογία, αλλά συνδέεται από τους ίδιους τους εργαζομένους με συγκεκριμένες ανάγκες της καθημερινής εργασίας.

Η αντίληψη των δυνητικών οφελών κινείται προς την ίδια κατεύθυνση. Ιδιαίτερα υψηλές αξιολογήσεις καταγράφηκαν στη δυνατότητα επεξεργασίας δεδομένων, στην παρακολούθηση και ανατροφοδότηση σε πραγματικό χρόνο και στην αύξηση της αποδοτικότητας και της παραγωγικότητας. Η ΑΙ φαίνεται επομένως να γίνεται αντιληπτή κυρίως ως μέσο αποτελεσματικότερης αξιοποίησης των δεδομένων και υποστήριξης των υφιστάμενων διαδικασιών. Υπό αυτή την έννοια, η δυνητική αξία της δεν περιορίζεται στην αυτοματοποίηση εργασιών, αλλά επεκτείνεται στην ενίσχυση της ανθρώπινης εργασίας μέσω ταχύτερης πρόσβασης στην πληροφορία, αναγνώρισης προτύπων, υποστήριξης προβλέψεων και καλύτερης αξιοποίησης των διαθέσιμων δεδομένων.

Η αναγνώριση σημαντικών δυνητικών ωφελειών συνοδεύεται, ωστόσο, από ένα πολυδιάστατο σύνολο εμποδίων. Δεν αναδείχθηκε ένας μεμονωμένος κυρίαρχος παράγοντας, καθώς ζητήματα όπως η ετοιμότητα των δεδομένων, το κόστος και οι διαθέσιμοι πόροι, η ύπαρξη εξειδικευμένου προσωπικού, οι υποδομές και η εκπαίδευση, η κανονιστική συμμόρφωση, η πολυπλοκότητα της επικύρωσης και η οργανωσιακή κουλτούρα αξιολογήθηκαν σε παρόμοια επίπεδα. Το εύρημα αυτό είναι συνεπές με τη βιβλιογραφία, η οποία αντιμετωπίζει την υιοθέτηση της ΑΙ ως πολυπαραγοντική διαδικασία και αναγνωρίζει ως κρίσιμους παράγοντες την οργανωσιακή και τεχνολογική ετοιμότητα, τα δεδομένα, τις δεξιότητες, τη διοικητική υποστήριξη και το κανονιστικό περιβάλλον (Merhi, 2023; Nair *et al.*, 2024; Pinto *et al.*, 2025). Συνεπώς, η μετάβαση προς περισσότερο συστηματική χρήση της ΑΙ δεν μπορεί να επιτευχθεί μέσω μιας μεμονωμένης τεχνολογικής παρέμβασης, αλλά απαιτεί συντονισμένη αντιμετώπιση τεχνολογικών, ανθρώπινων, οικονομικών, οργανωσιακών και κανονιστικών παραμέτρων.

Ακόμη εντονότερη ήταν η αντίληψη των κινδύνων που σχετίζονται με λανθασμένα αποτελέσματα ή εσφαλμένη ερμηνεία των αποτελεσμάτων της ΑΙ, την κυβερνοασφάλεια και την ιδιωτικότητα των δεδομένων, καθώς και την υπερβολική εξάρτηση από αυτοματοποιημένα συστήματα. Οι προβληματισμοί αυτοί αποκτούν ιδιαίτερη σημασία στο περιβάλλον της φαρμακευτικής βιομηχανίας, όπου η ποιότητα, η αξιοπιστία, η ιχνηλασιμότητα και η κανονιστική συμμόρφωση αποτελούν θεμελιώδεις απαιτήσεις. Η βιβλιογραφία αναδεικνύει αντίστοιχα ζητήματα διαφάνειας, ερμηνευσιμότητας και αξιοπιστίας, γεγονός που ενισχύει τη σημασία της Επεξηγήσιμης Τεχνητής Νοημοσύνης (Explainable Artificial Intelligence, XAI), της κατάλληλης διακυβέρνησης και της ελεγχόμενης εφαρμογής της ΑΙ στον φαρμακευτικό κλάδο (Fu and Chen, 2025; Pasas-Farmer and Jain, 2025).

Η αποτελεσματική ενσωμάτωση της ΑΙ θα πρέπει, επομένως, να συνοδεύεται από μηχανισμούς ελέγχου, τεκμηρίωσης και επικύρωσης, σαφή κατανομή ευθυνών, προστασία των δεδομένων και διατήρηση της ανθρώπινης εποπτείας, ιδιαίτερα στις διαδικασίες που μπορούν να επηρεάσουν κρίσιμες αποφάσεις. Η απαίτηση αυτή είναι ακόμη εντονότερη στη φαρμακευτική βιομηχανία λόγω του αυστηρού κανονιστικού πλαισίου, των απαιτήσεων ποιότητας και της ανάγκης διατήρησης της ιχνηλασιμότητας και της τεκμηρίωσης των διαδικασιών (Arden *et al.*, 2021; Niazi, 2025).

Τα αποτελέσματα σχετικά με τη διακυβέρνηση δεδομένων και τον προτιμώμενο τρόπο υιοθέτησης ενισχύουν την εικόνα ενός κλάδου που βρίσκεται ακόμη σε διαδικασία διαμόρφωσης της στρατηγικής του. Η περιορισμένη παρουσία πλήρως καθιερωμένων

διαδικασιών διακυβέρνησης δεδομένων αποτελεί σημαντικό ζήτημα, δεδομένου ότι η ποιότητα, η διαθεσιμότητα και η κατάλληλη διαχείριση των δεδομένων αποτελούν βασικές προϋποθέσεις για την ενσωμάτωση της ΑΙ στις υφιστάμενες ροές εργασίας (Weber *et al.*, 2023; Neumann, Guirguis and Steiner, 2024). Παράλληλα, δεν αναδείχθηκε μία σαφώς επικρατούσα προσέγγιση μεταξύ εσωτερικής ανάπτυξης, χρήσης έτοιμων εμπορικών εργαλείων και ανάθεσης της ανάπτυξης σε εξωτερικούς συνεργάτες. Η καταλληλότερη στρατηγική είναι πιθανό να διαφοροποιείται ανάλογα με τις υποδομές, τις διαθέσιμες δεξιότητες, τους οικονομικούς πόρους, το είδος της εφαρμογής και τις κανονιστικές απαιτήσεις κάθε οργανισμού.

Συνολικά, τα αποτελέσματα της έρευνας καταδεικνύουν ότι υπάρχουν ουσιαστικές προϋποθέσεις για την περαιτέρω αξιοποίηση της Τεχνητής Νοημοσύνης στη φαρμακευτική βιομηχανία της Κύπρου. Η θετική στάση των εργαζομένων, η βασική γνώση των τεχνολογιών και η αναγνώριση συγκεκριμένων εφαρμογών και δυνητικών ωφελειών αποτελούν σημαντικά πλεονεκτήματα. Παράλληλα, όμως, διαπιστώνεται ένα χάσμα μεταξύ του ενδιαφέροντος και των προσδοκιών που συνδέονται με την ΑΙ και του βαθμού οργανωσιακής ετοιμότητας και συστηματικής ενσωμάτωσής της στις επιχειρησιακές λειτουργίες. Η διαπίστωση αυτή συνδέεται άμεσα με το ερευνητικό κενό που αποτέλεσε αφετηρία της παρούσας μελέτης: η πρόκληση δεν περιορίζεται πλέον στην αναγνώριση των τεχνολογικών δυνατοτήτων της ΑΙ, αλλά αφορά κυρίως το κατά πόσο οι οργανισμοί είναι σε θέση να δημιουργήσουν τις κατάλληλες συνθήκες για την αποτελεσματική και υπεύθυνη υιοθέτησή της.

Για τη γεφύρωση αυτού του χάσματος, ιδιαίτερη σημασία αποκτούν η ενίσχυση της ποιότητας και της διακυβέρνησης των δεδομένων, η ανάπτυξη κατάλληλων τεχνικών και ψηφιακών δεξιοτήτων, η εκπαίδευση του ανθρώπινου δυναμικού και η δημιουργία σαφών διαδικασιών αξιολόγησης, επικύρωσης και διαχείρισης κινδύνων. Παράλληλα, η υιοθέτηση της ΑΙ θα πρέπει να ξεκινά από σαφώς προσδιορισμένες επιχειρησιακές ανάγκες και από εφαρμογές στις οποίες μπορεί να δημιουργηθεί μετρήσιμη αξία, αντί να αντιμετωπίζεται ως αυτοσκοπός. Η σταδιακή εφαρμογή σε κατάλληλα επιλεγμένα πεδία, με αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και διατήρηση της ανθρώπινης εποπτείας, μπορεί να συμβάλει σε περισσότερο ελεγχόμενη και αποτελεσματική ενσωμάτωση της τεχνολογίας.

Η παρούσα έρευνα υπόκειται, ωστόσο, σε ορισμένους περιορισμούς που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Η χρήση δείγματος ευκολίας και η μη πιθανοτική διαδικασία δειγματοληψίας περιορίζουν τη δυνατότητα γενίκευσης των ευρημάτων στο σύνολο των εργαζομένων της φαρμακευτικής βιομηχανίας της Κύπρου.

Επιπλέον, η κατανομή των συμμετεχόντων μεταξύ των επιμέρους τμημάτων δεν ήταν ισομερής και σε ορισμένες επαγγελματικές κατηγορίες το μέγεθος του υποδείγματος ήταν μικρό. Για τον λόγο αυτό, τα αποτελέσματα που αφορούν τις δυνητικές εφαρμογές ανά τμήμα παρουσιάστηκαν περιγραφικά και δεν πραγματοποιήθηκαν συγκριτικοί στατιστικοί έλεγχοι μεταξύ των 13 επαγγελματικών λειτουργιών.

Ένας επιπλέον πιθανός περιορισμός αφορά τη διαδικασία αυτοεπιλογής των συμμετεχόντων. Κατά την προσέγγιση δυνητικών συμμετεχόντων παρατηρήθηκε ότι ορισμένοι εργαζόμενοι εξέφρασαν επιφυλάξεις ως προς τη συμμετοχή τους, θεωρώντας ορισμένες ερωτήσεις σχετικά με την Τεχνητή Νοημοσύνη ιδιαίτερα εξειδικευμένες ή απαιτητικές. Η παρατήρηση αυτή δεν καταγράφηκε συστηματικά και, συνεπώς, δεν είναι δυνατόν να αξιολογηθεί ποσοτικά. Ωστόσο, δεν μπορεί να αποκλειστεί η ύπαρξη μεροληψίας αυτοεπιλογής (self-selection bias), καθώς εργαζόμενοι με μεγαλύτερη εξοικείωση ή ενδιαφέρον για την ΑΙ ενδέχεται να ήταν περισσότερο πρόθυμοι να συμμετάσχουν στην έρευνα. Το ενδεχόμενο αυτό θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ιδιαίτερα κατά την ερμηνεία των αποτελεσμάτων που αφορούν τη γνώση, την εξοικείωση και τις στάσεις απέναντι στην ΑΙ.

Επιπρόσθετα, μεγάλο μέρος των αποτελεσμάτων βασίζεται σε αυτοαναφερόμενες αντιλήψεις των συμμετεχόντων και, επομένως, δεν αποτελεί αντικειμενική αξιολόγηση της πραγματικής τεχνολογικής ετοιμότητας κάθε επιχείρησης. Ειδικότερα, μεταβλητές όπως η οργανωσιακή ετοιμότητα, η κατάσταση των δεδομένων και η στάση της επιχείρησης απέναντι στην ΑΙ αποτυπώνουν την αντίληψη των εργαζομένων και όχι αποτελέσματα οργανωσιακού ή τεχνολογικού ελέγχου. Τέλος, η ταχύτητα με την οποία εξελίσσονται οι τεχνολογίες ΑΙ σημαίνει ότι η γνώση, η εξοικείωση, τα διαθέσιμα εργαλεία και οι πρακτικές εφαρμογής μπορούν να μεταβληθούν σε σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα. Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης θα πρέπει, συνεπώς, να ερμηνεύονται ως αποτύπωση της κατάστασης κατά τη χρονική περίοδο διεξαγωγής της έρευνας.

Μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να αξιοποιήσουν μεγαλύτερα και περισσότερο αντιπροσωπευτικά δείγματα, με πιο ισορροπημένη συμμετοχή εργαζομένων από διαφορετικά τμήματα, επίπεδα θέσης και φαρμακευτικές επιχειρήσεις. Αυτό θα επέτρεπε ασφαλέστερες συγκρίσεις μεταξύ επαγγελματικών λειτουργιών και βαθύτερη διερεύνηση παραγόντων που ενδέχεται να επηρεάζουν τη γνώση, την αποδοχή και την οργανωσιακή ετοιμότητα. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον θα παρουσίαζε επίσης η περαιτέρω διερεύνηση πιθανών διαφορών στην αντίληψη της οργανωσιακής ετοιμότητας μεταξύ διαφορετικών επιπέδων της ιεραρχίας, καθώς και η σύγκριση των αντιλήψεων των εργαζομένων με αντικειμενικούς δείκτες ψηφιακής και τεχνολογικής ωριμότητας των επιχειρήσεων. Επιπλέον, διαχρονικές μελέτες θα

μπορούσαν να εξετάσουν πώς μεταβάλλονται οι στάσεις, οι γνώσεις και οι πρακτικές αξιοποίησης της ΑΙ καθώς οι σχετικές τεχνολογίες εξελίσσονται και ενσωματώνονται περισσότερο στις φαρμακευτικές λειτουργίες.

Καταληκτικά, η Τεχνητή Νοημοσύνη παρουσιάζει σημαντικές δυνατότητες να συμβάλει στον ψηφιακό μετασχηματισμό της φαρμακευτικής βιομηχανίας της Κύπρου, όχι μόνο μέσω της αυτοματοποίησης, αλλά και μέσω της αποτελεσματικότερης αξιοποίησης δεδομένων, της υποστήριξης επιστημονικών και επιχειρησιακών διαδικασιών και της ενίσχυσης της λήψης αποφάσεων. Η αξιοποίηση αυτών των δυνατοτήτων, ωστόσο, προϋποθέτει μετάβαση από την αποσπασματική χρήση επιμέρους εργαλείων σε μία περισσότερο οργανωμένη και στρατηγική προσέγγιση, στην οποία η τεχνολογία θα συνδυάζεται με κατάλληλα δεδομένα, ανθρώπινες δεξιότητες, οργανωσιακές δομές, μηχανισμούς διακυβέρνησης και αποτελεσματική διαχείριση κινδύνων. Υπό αυτές τις προϋποθέσεις, η ΑΙ μπορεί να αποτελέσει ουσιαστικό παράγοντα οργανωσιακής εξέλιξης και ψηφιακού μετασχηματισμού και όχι απλώς μία ακόμη τεχνολογική καινοτομία.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ahmed, I. et al. (2022) ‘From Artificial Intelligence to Explainable Artificial Intelligence in Industry 4.0: A survey on What, How, and Where’, *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 18. doi: 10.1109/tii.2022.3146552.
2. Abba, S. I., Usman, A. G. and IŞIK, S. (2020) ‘Simulation for response surface in the HPLC optimization method development using artificial intelligence models: A data-driven approach’, *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*, 201(August 2019). doi: 10.1016/j.chemolab.2020.104007.
3. Abdelwanis, M. et al. (2026) ‘Artificial intelligence adoption challenges from healthcare providers’ perspectives: A comprehensive review and future directions’, *Safety Science*, 193(October 2025), p. 107028. doi: 10.1016/j.ssci.2025.107028.
4. Abdulhussain, R. et al. (2026) ‘The integration of artificial intelligence through quality by digital design for sustainable pharmaceutical manufacturing’, *International Journal of Pharmaceutics*, 693(November 2025), p. 126682. doi: 10.1016/j.ijpharm.2026.126682.
5. Agarwal, A. and Kapoor, K. (2026) ‘Technology adoption trends: generative AI among indian it employees across different generations and genders’, *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 15(1). doi: 10.1186/s13731-026-00663-4.
6. Aghajanpour, S. et al. (2025) ‘Utilizing machine learning for predicting drug release from polymeric drug delivery systems’, *Computers in Biology and Medicine*, 188(February), p. 109756. doi: 10.1016/j.compbiomed.2025.109756.
7. Algarvio, R. C. et al. (2025) ‘Artificial intelligence in pharmacovigilance: a narrative review and practical experience with an expert-defined Bayesian network tool’, *International Journal of Clinical Pharmacy*, 47(4), pp. 932–944. doi: 10.1007/s11096-025-01975-3.
8. Arden, N. S. et al. (2021) ‘Industry 4.0 for pharmaceutical manufacturing: Preparing for the smart factories of the future’, *International Journal of Pharmaceutics*, 602, p. 120554. doi: 10.1016/j.ijpharm.2021.120554.
9. Askin, S. et al. (2023) ‘Artificial Intelligence Applied to clinical trials: opportunities and challenges’, *Health and Technology*, 13(2), pp. 203–213. doi: 10.1007/s12553-

10. Askr, H. *et al.* (2023) *Deep learning in drug discovery: an integrative review and future challenges*, *Artificial Intelligence Review*. Springer Netherlands. doi: 10.1007/s10462-022-10306-1.
11. Bannigan, P. *et al.* (2021) 'Machine learning directed drug formulation development', *Advanced Drug Delivery Reviews*, 175, p. 113806. doi: 10.1016/j.addr.2021.05.016.
12. Bevilacqua, S. *et al.* (2025) *Enhancing top managers' leadership with artificial intelligence: insights from a systematic literature review*, *Review of Managerial Science*. doi: 10.1007/s11846-025-00836-7.
13. Bhargava, A., Bester, M. and Bolton, L. (2021) 'Employees' Perceptions of the Implementation of Robotics, Artificial Intelligence, and Automation (RAIA) on Job Satisfaction, Job Security, and Employability', *Journal of Technology in Behavioral Science*, 6(1), pp. 106–113. doi: 10.1007/s41347-020-00153-8.
14. Boruga, V. M. *et al.* (2026) 'Organizational Readiness, Perceived Usefulness, and Determinants of Artificial Intelligence Adoption in Romanian Medical Management and Pharmaceutical Marketing', *Healthcare (Switzerland)*, 14(12), pp. 1–16. doi: 10.3390/healthcare14121714.
15. Cardoso Rial, R. (2024) 'AI in analytical chemistry: Advancements, challenges, and future directions', *Talanta*, 274(December 2023), p. 125949. doi: 10.1016/j.talanta.2024.125949.
16. Chatterjee, S. *et al.* (2021) 'Understanding AI adoption in manufacturing and production firms using an integrated TAM-TOE model', *Technological Forecasting and Social Change*, 170, pp. 1–34. doi: 10.1016/j.techfore.2021.120880.
17. Chen, Y., Guo, X. and Xue, W. (2026) 'Large language models for molecular design: bridging the gap between chemical syntax and biological semantics', *Drug Discovery Today*, 31(2), p. 104634. doi: 10.1016/j.drudis.2026.104634.
18. Chhibber, S., Rajkumar, S. R. and Dassanayake, S. (2025) 'Will Artificial Intelligence Reshape the Global Workforce by 2030? A Cross-Sectoral Analysis of Job Displacement and Transformation', *Blockchain, Artificial Intelligence, and Future Research*, 1(1), pp. 35–51. doi: 10.70211/bafr.v1i1.178.

19. Cicin, F. N. and Çetin Gürkan, G. (2026) 'How physicians embrace AI: insights from technology acceptance and trust theories', *Frontiers in Digital Health*, 8(March). doi: 10.3389/fdgth.2026.1722087.
20. D'Souza, S., Prema, K. V. and Balaji, S. (2020) 'Machine learning models for drug–target interactions: current knowledge and future directions', *Drug Discovery Today*, 25(4), pp. 748–756. doi: 10.1016/j.drudis.2020.03.003.
21. Debnath, B. *et al.* (2025) 'The Pharmaceutical Industry's Future: How Artificial Intelligence is Transforming Medicine', *Advanced Pharmaceutical Bulletin*, 15(3), pp. 594–605. doi: 10.34172/apb.025.45904.
22. Dhagarra, D., Goswami, M. and Kumar, G. (2020) 'Since January 2020 Elsevier has created a COVID-19 resource centre with free information in English and Mandarin on the novel coronavirus COVID- 19 . The COVID-19 resource centre is hosted on Elsevier Connect , the company ' s public news and information ', (January).
23. Doron, G. *et al.* (2023) 'New Horizons: Pioneering Pharmaceutical R&D with Generative AI from lab to the clinic -- an industry perspective'. Available at: <http://arxiv.org/abs/2312.12482>.
24. Doshi, S. and Chepuri, S. P. (2020) 'Since January 2020 Elsevier has created a COVID-19 resource centre with free information in English and Mandarin on the novel coronavirus COVID- 19 . The COVID-19 resource centre is hosted on Elsevier Connect , the company ' s public news and information ', (January).
25. European Medicines Agency (2024) 'Reflection paper on the use of AI in the medicinal product lifecycle', 31(September), p. 18. Available at: <https://www.ema.europa.eu/en/use-artificial-intelligence-ai-medicinal-product-lifecycle-scientific-guideline>.
26. FDA (2023) 'Artificial Intelligence in Drug Manufacturing', *International Journal of Pharmaceutics*, 602, pp. 1–21.
27. Felemban, H., Sohail, M. and Ruikar, K. (2024) 'Exploring the Readiness of Organisations to Adopt Artificial Intelligence', *Buildings*, 14(8). doi: 10.3390/buildings14082460.
28. Feng, Yu, Feng, Yi and Liu, Z. (2025) 'The Influence of Perceived Organizational Support on Sustainable AI Adoption in Digital Transformation: An Integrated SEM–

- ANN–NCA Model’, *Sustainability (Switzerland)*, 17(24), pp. 1–39. doi: 10.3390/su172411373.
29. Franchini, A. *et al.* (2026) ‘NLP in Support of Pharmacovigilance: Quality Adverse Drug Reaction AcTive Control (QUADRATIC)’, *Clinical Pharmacology and Therapeutics*, 119(6), pp. 1597–1603. doi: 10.1002/cpt.70250.
 30. Fu, C. and Chen, Q. (2025) ‘The future of pharmaceuticals: Artificial intelligence in drug discovery and development’, *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 15(8), p. 101248. doi: 10.1016/j.jpha.2025.101248.
 31. Fuente-Ballesteros, A. *et al.* (2025) ‘Artificial Intelligence as a Scientific Copilot in Analytical Chemistry: Transforming How We Write, Review, and Publish’, *Analytical Chemistry*, 97(38), pp. 20667–20672. doi: 10.1021/acs.analchem.5c03767.
 32. Gholap, A. D. *et al.* (2024) ‘Advances in artificial intelligence for drug delivery and development: A comprehensive review’, *Computers in Biology and Medicine*, 178(January), p. 108702. doi: 10.1016/j.compbimed.2024.108702.
 33. Golgeci, I. *et al.* (2025) ‘Confronting and alleviating AI resistance in the workplace: An integrative review and a process framework’, *Human Resource Management Review*, 35(2). doi: 10.1016/j.hrmr.2024.101075.
 34. Han, Y. and Tao, J. (2024) ‘Revolutionizing Pharma: Unveiling the AI and LLM Trends in the Pharmaceutical Industry’. Available at: <http://arxiv.org/abs/2401.10273>.
 35. Harrer, S. *et al.* (2019) ‘Artificial Intelligence for Clinical Trial Design’, *Trends in Pharmacological Sciences*, 40(8), pp. 577–591. doi: 10.1016/j.tips.2019.05.005.
 36. Henderikx, M. and Stoffers, J. (2022) ‘An Exploratory Literature Study into Digital Transformation and Leadership: Toward Future-Proof Middle Managers’, *Sustainability (Switzerland)*, 14(2), pp. 1–18. doi: 10.3390/su14020687.
 37. Herdiana, Y. *et al.* (2026) ‘Artificial Intelligence as a Disruptive Force in Pharmaceutical Innovation: Transforming Discovery, Development, and Manufacturing’, *Drug Design, Development and Therapy*, 20(March). doi: 10.2147/DDDT.S588295.
 38. Holmström, J. (2022) ‘From AI to digital transformation: The AI readiness framework’, *Business Horizons*, 65(3), pp. 329–339. doi:

10.1016/j.bushor.2021.03.006.

39. Huanbutta, K. *et al.* (2024) ‘Artificial intelligence-driven pharmaceutical industry: A paradigm shift in drug discovery, formulation development, manufacturing, quality control, and post-market surveillance’, *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 203(October). doi: 10.1016/j.ejps.2024.106938.
40. Ibrahim, F. *et al.* (2024) ‘The technology acceptance model and adopter type analysis in the context of artificial intelligence’, *Frontiers in Artificial Intelligence*, 7(January), pp. 1–14. doi: 10.3389/frai.2024.1496518.
41. ICH (2022) ‘ICH Q14 - ANALYTICAL PROCEDURE DEVELOPMENT (Draft version)’, *ICH Harmonised Guideline*, (March), pp. 1–64.
42. International Council for Harmonisation (ICH) (2023) ‘ICH Harmonised Tripartite Guideline Q9(R1): Quality Risk Management’, 9(January).
43. International Council for Harmonisation of Technical Requirements for Pharmaceuticals for Human Use (2023) ‘Validation of Analytical Procedures Q2(R2)’, 2(November), pp. 1–36.
44. Jan, Z. *et al.* (2023) ‘Artificial intelligence for industry 4.0: Systematic review of applications, challenges, and opportunities’, *Expert Systems with Applications*, 216(November 2021), p. 119456. doi: 10.1016/j.eswa.2022.119456.
45. Jöhnk, J., Weißert, M. and Wyrski, K. (2021) ‘Ready or Not, AI Comes— An Interview Study of Organizational AI Readiness Factors’, *Business and Information Systems Engineering*, 63(1), pp. 5–20. doi: 10.1007/s12599-020-00676-7.
46. Kelly, S., Kaye, S. A. and Oviedo-Trespalacios, O. (2023) ‘What factors contribute to the acceptance of artificial intelligence? A systematic review’, *Telematics and Informatics*, 77. doi: 10.1016/j.tele.2022.101925.
47. Khemani, D. B. *et al.* (2025) ‘AI-driven pharmacovigilance: Enhancing adverse drug reaction detection with deep learning and NLP’, *MethodsX*, 15(April), p. 103460. doi: 10.1016/j.mex.2025.103460.
48. Kim, S. D. (2024) ‘Application and Challenges of the Technology Acceptance Model in Elderly Healthcare: Insights from ChatGPT’, *Technologies*, 12(5). doi: 10.3390/technologies12050068.

49. Kotsiopoulos, T. *et al.* (2021) 'Machine Learning and Deep Learning in smart manufacturing: The Smart Grid paradigm', *Computer Science Review*, 40(May). doi: 10.1016/j.cosrev.2020.100341.
50. Kumar, I. *et al.* (2026) 'Artificial Intelligence–Driven Personalized Drug Delivery Systems: A Machine Learning Framework', *International Journal of Drug Delivery Technology*, 16(20s), pp. 338–355. doi: 10.25258/ijddt.16.20s.42.
51. Lada, S. *et al.* (2023) 'Determining factors related to artificial intelligence (AI) adoption among Malaysia's small and medium-sized businesses', *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 9(4). doi: 10.1016/j.joitmc.2023.100144.
52. Lamberti, M. J. *et al.* (2019) 'A Study on the Application and Use of Artificial Intelligence to Support Drug Development', *Clinical Therapeutics*, 41(8), pp. 1414–1426. doi: 10.1016/j.clinthera.2019.05.018.
53. Li, Y. *et al.* (2023) 'AI in Pharma for Personalized Sequential Decision-Making: Methods, Applications and Opportunities', *ArXiv*. Available at: <https://arxiv.org/pdf/2311.18725>.
54. Lotfy, H. M. *et al.* (2025) 'Artificial intelligence in chromatography: Greenness and performance evaluation of AI-predicted and in-lab optimized HPLC methods for simultaneous separation of amlodipine, hydrochlorothiazide, and candesartan', *Talanta Open*, 11(March), p. 100473. doi: 10.1016/j.talo.2025.100473.
55. M. Abdelhaleem Ali, A. and M. Alrobaian, M. (2024) 'Strengths and weaknesses of current and future prospects of artificial intelligence-mounted technologies applied in the development of pharmaceutical products and services', *Saudi Pharmaceutical Journal*, 32(5), p. 102043. doi: 10.1016/j.jsps.2024.102043.
56. Malheiro, V. *et al.* (2025) 'The Potential of Artificial Intelligence in Pharmaceutical Innovation: From Drug Discovery to Clinical Trials', *Pharmaceuticals*, 18(6), pp. 1–30. doi: 10.3390/ph18060788.
57. Marocco, S. *et al.* (2025) 'Attitudes Toward Artificial Intelligence in Organizational Contexts', *AI (Switzerland)*, 6(11), pp. 1–15. doi: 10.3390/ai6110292.
58. Merhi, M. I. (2023) 'An evaluation of the critical success factors impacting artificial intelligence implementation', *International Journal of Information Management*,

- 69(December 2021), p. 102545. doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2022.102545.
59. Mirakhori, F. and Niazi, S. K. (2025) 'Harnessing the AI/ML in Drug and Biological Products Discovery and Development: The Regulatory Perspective', *Pharmaceuticals*, 18(1), pp. 1–36. doi: 10.3390/ph18010047.
 60. Muppalla, A., Maddi, B. D. and Maddi, N. V (2025) 'Artificial Intelligence in Regulatory Compliance: Transforming Pharmaceutical and Healthcare Documentation', *International Journal of Drug Regulatory Affairs*, 13(2), pp. 73–80. doi: 10.22270/ijdra.v13i2.764.
 61. Murire, O. T. (2024) 'Artificial Intelligence and Its Role in Shaping Organizational Work Practices and Culture', *Administrative Sciences*, 14(12). doi: 10.3390/admsci14120316.
 62. Nagy, B. *et al.* (2022) 'Application of Artificial Neural Networks in the Process Analytical Technology of Pharmaceutical Manufacturing—a Review', *AAPS Journal*, 24(4). doi: 10.1208/s12248-022-00706-0.
 63. Nair, M. *et al.* (2024) 'A comprehensive overview of barriers and strategies for AI implementation in healthcare: Mixed-method design', *PLoS ONE*, 19(8 August), pp. 1–27. doi: 10.1371/journal.pone.0305949.
 64. Nakka, G., Gupta, S. and Reddy, K. K. (2026) 'Artificial intelligence in pharmaceutical manufacturing: Applications, case studies, and GxP implementation considerations', *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 115(5), p. 104240. doi: 10.1016/j.xphs.2026.104240.
 65. Neelayapalem, R. K. (2026) 'Human Capital Readiness for Artificial Intelligence Adoption: Evidence from Indian Organizational Case Studies', *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 11(3), p. 1451. doi: 10.38124/ijisrt/26mar902.
 66. Neumann, O., Guirguis, K. and Steiner, R. (2024) 'Exploring artificial intelligence adoption in public organizations: a comparative case study', *Public Management Review*, 26(1), pp. 114–141. doi: 10.1080/14719037.2022.2048685.
 67. Nguyen, K. M. *et al.* (2026) 'Fostering employees' AI adoption in strategic marketing planning and decision making: a mixed-method study in Vietnam', *Cognition, Technology and Work*, 28(1), pp. 169–202. doi: 10.1007/s10111-025-00838-1.

68. Nguyen, P. *et al.* (2026) ‘Navigating workplace AI adoption: The influence of perceptions and affective attitudes on employees’ intentions to use AI at work’, *Journal of Management and Organization*, 32(4), pp. 1018–1043. doi: 10.1017/jmo.2026.10090.
69. Niazi, S. K. (2025) ‘Regulatory Perspectives for AI/ML Implementation in Pharmaceutical GMP Environments’, *Pharmaceuticals*, 18(6), pp. 1–13. doi: 10.3390/ph18060901.
70. Novozhilova, E., Mays, K. and Katz, J. E. (2024) ‘Looking towards an automated future: U.S. attitudes towards future artificial intelligence instantiations and their effect’, *Humanities and Social Sciences Communications*, 11(1), pp. 1–11. doi: 10.1057/s41599-024-02625-1.
71. Ocana, A. *et al.* (2025) ‘Integrating artificial intelligence in drug discovery and early drug development: a transformative approach’, *Biomarker Research*, 13(1), pp. 1–12. doi: 10.1186/s40364-025-00758-2.
72. OECD (2025) ‘AI adoption by small and medium-sized enterprises: OECD discussion paper for the G7’, *AI adoption by small and medium-sized enterprises*. Available at: https://www.oecd.org/en/publications/ai-adoption-by-small-and-medium-sized-enterprises_426399c1-en.html.
73. Palade, M. and Carutasu, G. (2023) “‘Organizational Readiness for Artificial Intelligence Adoption’”, *Scientific Bulletin of the Politehnica University of Timișoara Transactions on Engineering and Management*, 7(1–2), pp. 30–35. doi: 10.59168/fdms6321.
74. Pan, X. *et al.* (2022) *Deep learning for drug repurposing: Methods, databases, and applications*, *Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Molecular Science*. doi: 10.1002/wcms.1597.
75. Pasas-Farmer, S. and Jain, R. (2025) ‘From discovery to delivery: Governance of AI in the pharmaceutical industry’, *Green Analytical Chemistry*, 13(December 2024), p. 100268. doi: 10.1016/j.greeac.2025.100268.
76. Patil, R. S., Kulkarni, S. B. and Gaikwad, V. L. (2023) ‘Artificial intelligence in pharmaceutical regulatory affairs’, *Drug Discovery Today*, 28(9). doi: 10.1016/j.drudis.2023.103700.

77. Peres, R. S. *et al.* (2020) 'Industrial Artificial Intelligence in Industry 4.0 - Systematic Review, Challenges and Outlook', *IEEE Access*, 8, pp. 220121–220139. doi: 10.1109/ACCESS.2020.3042874.
78. Pinto, A. S. *et al.* (2025) 'A meta analysis of TOE factors driving organizational adoption of artificial intelligence across industries', *Discover Artificial Intelligence*. doi: 10.1007/s44163-025-00747-2.
79. R, J., Sridevi, A. R. and Pallithara, S. S. (2025) 'A Comprehensive Review on Artificial Intelligence in Pharmaceutical Analytical Techniques: Advancements, Applications, and Future Directions', *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 85(10), pp. 37–48. doi: 10.47583/ijpsrr.2025.v85i10.006.
80. Rakočević, T. and Markovic, M. (2024) 'Assessing the Impact of AI: The Case of the Pharmaceutical Industry', *European Journal of Business and Management Research*, 9(5), pp. 70–75. doi: 10.24018/ejbmr.2024.9.5.2461.
81. Rathore, A. S. *et al.* (2023) 'Artificial intelligence and machine learning applications in biopharmaceutical manufacturing', *Trends in Biotechnology*, 41(4), pp. 497–510. doi: 10.1016/j.tibtech.2022.08.007.
82. Ravenelle, A. J. and Kowalski, K. C. (2026) '"AI is Taking Over the World... so I may as Well Just go Along with it:" Fractured Perceptions among Creative Workers', *Work and Occupations*, 53(3), pp. 635–660. doi: 10.1177/07308884261438411.
83. Reddy, S. (2024) 'Generative AI in healthcare: an implementation science informed translational path on application, integration and governance', *Implementation Science*, 19(1), pp. 1–15. doi: 10.1186/s13012-024-01357-9.
84. Revillod, G. (2025) 'Exploring the Acceptability of Artificial Intelligence in Human Resources Management: Insights From Swiss Organizations', *Systems Research and Behavioral Science*, 42(4), pp. 1061–1084. doi: 10.1002/sres.3140.
85. Reyneke, C. *et al.* (2026) 'Digital Transformation of Medicines Regulation in Africa—Perspectives from a Stakeholder Convening', *Clinical Pharmacology and Therapeutics*, 0(0), pp. 1–8. doi: 10.1002/cpt.70351.
86. Saini, A., Chandel, R. and Bala, A. (2026) 'Artificial Intelligence in Pharmacovigilance: Redefining Signal Management, Post-Marketing Drug Safety,

- and Adverse Drug Reaction Detection’, *International Journal of Research Publication and Reviews*, 7(6), pp. 4759–4765. doi: 10.55248/gengpi.07.0626.17a16.
87. Schwabe, H. and Castellacci, F. (2020) ‘Automation, workers’ skills and job satisfaction’, *PLoS ONE*, 15(11 November), pp. 1–26. doi: 10.1371/journal.pone.0242929.
 88. Serrano, D. R. *et al.* (2024) ‘Artificial Intelligence (AI) Applications in Drug Discovery and Drug Delivery: Revolutionizing Personalized Medicine’, *Pharmaceutics*, 16(10). doi: 10.3390/pharmaceutics16101328.
 89. Suljic, V. (2025) ‘Strategic Leadership in AI-Driven Digital Transformation: Ethical Governance, Innovation Management, and Sustainable Practices for Global Enterprises and SMEs’, *SBS Journal of Applied Business Research*, 13(1), p. 17. doi: 10.70301/jour/sbs-jabr/2025/13/1/2.
 90. SUNITHA, P., SAILESH, R. S. and NAGALAKSHMI, S. (2026) ‘Artificial Intelligence in Pharmaceutical Regulatory Affairs: Revolutionizing Drug Development, Submissions and Regulatory Compliance’, *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 18(3), pp. 1–7. doi: 10.22159/ijpps.2026v18i3.57700.
 91. Szymańska, E. (2018) ‘Modern data science for analytical chemical data – A comprehensive review’, *Analytica Chimica Acta*, 1028, pp. 1–10. doi: 10.1016/j.aca.2018.05.038.
 92. Tanoli, Z., Vähä-Koskela, M. and Aittokallio, T. (2021) ‘Artificial intelligence, machine learning, and drug repurposing in cancer’, *Expert Opinion on Drug Discovery*, 16(9), pp. 977–989. doi: 10.1080/17460441.2021.1883585.
 93. Thorp, S. O. *et al.* (2026) ‘Factors Associated with AI Use in a Norwegian Sample’, *Behavioral Sciences*, 16(4). doi: 10.3390/bs16040537.
 94. Uren, V. and Edwards, J. S. (2023) ‘Technology readiness and the organizational journey towards AI adoption: An empirical study’, *International Journal of Information Management*, 68(September 2022), p. 102588. doi: 10.1016/j.ijinfomgt.2022.102588.
 95. Usman, A. G. *et al.* (2021) ‘Artificial intelligence based models for the qualitative and quantitative prediction of a phytochemical compound using HPLC method’,

- Turkish Journal of Chemistry*, 44(5), pp. 1339–1351. doi: 10.3906/kim-2003-6.
96. Vefghi, A., Rahmati, Z. and Akbari, M. (2025) ‘Drug-target interaction/affinity prediction: Deep learning models and advances review’, *Computers in Biology and Medicine*, 196, pp. 1–64. doi: 10.1016/j.compbiomed.2025.110438.
 97. Vora, L. K. et al. (2023a) *Artificial Intelligence in Pharmaceutical Technology and Drug Delivery Design, Pharmaceutics*. doi: 10.3390/pharmaceutics15071916.
 98. Vora, L. K. et al. (2023b) *Artificial Intelligence in Pharmaceutical Technology and Drug Delivery Design, Pharmaceutics*. doi: 10.3390/pharmaceutics15071916.
 99. Walsh, I. et al. (2022) ‘Harnessing the potential of machine learning for advancing “Quality by Design” in biomanufacturing’, *mAbs*, 14(1). doi: 10.1080/19420862.2021.2013593.
 100. Wang, K. H. and Lu, W. C. (2025) ‘AI-induced job impact: Complementary or substitution? Empirical insights and sustainable technology considerations’, *Sustainable Technology and Entrepreneurship*, 4(1), p. 100085. doi: 10.1016/j.stae.2024.100085.
 101. Weber, M. et al. (2023) ‘Organizational Capabilities for AI Implementation—Coping with Inscrutability and Data Dependency in AI’, *Information Systems Frontiers*, 25(4), pp. 1549–1569. doi: 10.1007/s10796-022-10297-y.
 102. Yang, Y. and Cheng, F. (2026) ‘Artificial intelligence streamlines scientific discovery of drug–target interactions’, *British Journal of Pharmacology*, 183(8), pp. 1673–1690. doi: 10.1111/bph.17427.
 103. Zeng, X. et al. (no date) ‘Repurpose open data to discover therapeutics for COVID-19’, 2019.
 104. Zhu, Z. (2025) ‘Intelligent information management enables quality-by-design in pharmaceutical production’, *Scientific Reports*, 15(1), pp. 1–25. doi: 10.1038/s41598-025-27879-w.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η συμβολή της Τεχνητής Νοημοσύνης (ΑΙ) στη λειτουργία και εξέλιξη φαρμακευτικών εταιρειών

Εισαγωγή – Συναίνεση

Η παρούσα έρευνα πραγματοποιείται στο πλαίσιο της διπλωματικής μου εργασίας στο πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών Διαχείριση και Τεχνολογία Ποιότητας του Ελληνικού Ανοικτού Πανεπιστημίου και αποσκοπεί στη διερεύνηση των γνώσεων, των αντιλήψεων και των στάσεων των εργαζομένων στη φαρμακοβιομηχανία σχετικά με την αξιοποίηση της τεχνητής νοημοσύνης (Artificial Intelligence – AI).

Η τεχνητή νοημοσύνη αναμένεται να διαδραματίσει ολοένα και σημαντικότερο ρόλο σε πολλούς τομείς της φαρμακοβιομηχανίας, όπως η έρευνα και ανάπτυξη νέων φαρμάκων, η ανάλυση κλινικών δεδομένων, η παραγωγή, η φαρμακοεπαγρύπνηση, καθώς και η υποστήριξη επιχειρησιακών αποφάσεων. Η κατανόηση του επιπέδου γνώσης και των αντιλήψεων των εργαζομένων αποτελεί σημαντικό βήμα για την αποτελεσματική αξιοποίηση αυτών των τεχνολογιών.

Το ερωτηματολόγιο περιλαμβάνει ερωτήσεις που αφορούν:

- το επίπεδο εξοικείωσης με έννοιες σχετικές με την τεχνητή νοημοσύνη και την ανάλυση δεδομένων,
- την κατανόηση βασικών διαφορών μεταξύ σχετικών τεχνολογιών,
- τις αντιλήψεις για τις δυνατότητες και τις εφαρμογές της τεχνητής νοημοσύνης στον χώρο της φαρμακοβιομηχανίας.

Η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου διαρκεί περίπου 10 λεπτά.

Η συμμετοχή σας είναι εθελοντική, ενώ οι απαντήσεις σας θα είναι ανώνυμες και θα χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά για ερευνητικούς σκοπούς. Τα αποτελέσματα θα παρουσιαστούν σε επιστημονικά μέσα και συνέδρια, σε εκπαιδευτικά και ενημερωτικά συνέδρια και λοιπά μέσα μόνο σε συγκεντρωτική μορφή και δεν θα είναι δυνατή η ταυτοποίηση των συμμετεχόντων.

Δεν υπάρχουν σωστές ή λάθος απαντήσεις στις περισσότερες ερωτήσεις· μας ενδιαφέρει η προσωπική σας άποψη και εμπειρία.

Σας ευχαριστούμε θερμά για τον χρόνο και τη συμβολή σας στην έρευνα.

ΜΕΡΟΣ Α — Δημογραφικά & Επαγγελματικό Προφίλ

1. Σε ποια ηλικιακή ομάδα ανήκετε;

☐ 18-24

☐ 25-34

☐ 35-44

☐ 45-54

☐ > 55

2. Επίπεδο εκπαίδευσης

☐ Λύκειο

☐ Προπτυχιακό

☐ Μεταπτυχιακό

☐ Διδακτορικό

☐ Μεταδιδακτορικό

3. Σε ποιο τμήμα εργάζεστε;

☐ Research & Development (R&D)

☐ Quality Control (QC)

☐ Quality Assurance (QA)

☐ Regulatory Affairs / Pharmacovigilance

☐ Production / Manufacturing / Operations

☐ Engineering / Maintenance

☐ Supply Chain / Logistics

☐ Human Resources

☐ Commercial / Marketing / Customer Service

☐ Information Technology (IT)

☐ Legal

☐ Άλλο: _____

4. Επίπεδο θέσης

- ☐ Junior
- ☐ Officer / Analyst
- ☐ Senior / Specialist
- ☐ Supervisor / Team Leader
- ☐ Manager
- ☐ Senior Management

5. Έτη εμπειρίας στο τμήμα

- ☐ <1 έτη
- ☐ 1–3 έτη
- ☐ 3–5 έτη
- ☐ > 5 έτη

ΜΕΡΟΣ Β — Γνώση & Κατανόηση Εννοιών ΑΙ

Κλίμακα απαντήσεων (για τις επόμενες ερωτήσεις):

- 1 = Καθόλου
- 2 = Λίγο
- 3 = Μέτρια
- 4 = Πολύ
- 5 = Πάρα πολύ

1. Πώς θα περιγράφατε το επίπεδο εξοικειώσής σας με έννοιες που σχετίζονται με την Τεχνητή Νοημοσύνη (ΑΙ);

Δήλωση	1	2	3	4	5
Κατανόηση των δυνατοτήτων και της βασικής λειτουργίας εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης	☐	☐	☐	☐	☐
Κατανόηση των εφαρμογών της Τεχνητής Νοημοσύνης στον τομέα εργασίας σας	☐	☐	☐	☐	☐
Επίγνωση των κινδύνων, των περιορισμών και των μηχανισμών ελέγχου των εφαρμογών Τεχνητής Νοημοσύνης στον τομέα σας	☐	☐	☐	☐	☐

2. Πόσο εξοικειωμένος/η αισθάνεστε με τις παρακάτω έννοιες;

Έννοια	1	2	3	4	5
Data Analytics	☐	☐	☐	☐	☐
Machine Learning	☐	☐	☐	☐	☐
Artificial Intelligence (AI)	☐	☐	☐	☐	☐
Generative AI	☐	☐	☐	☐	☐
Agentic AI (AI Agents)	☐	☐	☐	☐	☐
Predictive Modeling	☐	☐	☐	☐	☐
Natural Language Processing	☐	☐	☐	☐	☐
Data Governance & Privacy	☐	☐	☐	☐	☐

3. Σε ποιο βαθμό κατανοείτε τις διαφορές μεταξύ:

Σύγκριση	1	2	3	4	5
Data Analytics vs Machine Learning	☐	☐	☐	☐	☐
Machine Learning vs Artificial Intelligence	☐	☐	☐	☐	☐
Artificial Intelligence vs Generative AI	☐	☐	☐	☐	☐
Generative AI vs Agentic AI	☐	☐	☐	☐	☐

4. Επιλέξτε τη σωστή απάντηση:

A) Τι είναι το Machine Learning;

- ☐ Μέθοδοι περιγραφής δεδομένων
- ☐ Αλγόριθμοι που μαθαίνουν από δεδομένα και κάνουν προβλέψεις
- ☐ Συστήματα δημιουργίας περιεχομένου
- ☐ Αυτοματισμοί διαδικασιών

B) Ποια είναι η βασική διαφορά του AI και του Generative AI;

- ☐ Χρησιμοποιεί μόνο structured data
- ☐ Δημιουργεί νέο περιεχόμενο (κείμενο, εικόνες κ.λπ.)
- ☐ Χρησιμοποιείται μόνο στο R&D
- ☐ Δεν διαφέρει

Γ) Τι είναι Agentic AI;

- ☐ Reporting tools
- ☐ Αυτόνομα συστήματα που εκτελούν ενέργειες για στόχους
- ☐ Visualization tools
- ☐ Chatbots

Δ) Ποια είναι Generative AI εφαρμογή;

- ☐ Δημιουργία νέων μορίων
- ☐ Πρόβλεψη πωλήσεων
- ☐ KPI dashboards

5) Σε ποιο βαθμό θεωρείτε ότι οι εργαζόμενοι στον οργανισμό σας κατανοούν:

Έννοια	1	2	3	4	5
Data Analytics	☐	☐	☐	☐	☐
Machine Learning	☐	☐	☐	☐	☐
Artificial Intelligence	☐	☐	☐	☐	☐
Generative AI	☐	☐	☐	☐	☐

6) Ποια έννοια συγχέεται περισσότερο στον οργανισμό σας;

- ☐ Analytics vs AI
- ☐ Machine Learning vs AI
- ☐ AI vs Generative AI
- ☐ Generative AI vs AI Agents

ΜΕΡΟΣ Γ — Πληροφορίες για την εταιρεία

1. Μέγεθος εταιρείας (αριθμός εργαζομένων)

- ☐ <100
- ☐ 100–199
- ☐ 200–499
- ☐ ≥500

2. Τύπος οργανισμού

- ☐ Πολυεθνική εταιρεία
☐ Εθνική/Κυπριακή εταιρεία
☐ Άλλο

3. Ποιες είναι οι κύριες δραστηριότητες της εταιρείας σας;

- ☐ Παραγωγή
☐ Εμπορία / Διανομή
☐ Και τα δύο

4. Σε ποιο βαθμό συλλέγονται συστηματικά επιχειρησιακά δεδομένα στο τμήμα σας, ώστε να υποστηρίζεται ο ψηφιακός μετασχηματισμός;

- ☐ Καθόλου
☐ Σε μικρό βαθμό
☐ Σε μέτριο βαθμό
☐ Σε μεγάλο βαθμό
☐ Σε πολύ μεγάλο βαθμό

5. Σε ποιο βαθμό ισχύουν τα παρακάτω για το τμήμα σας;

Δήλωση	1	2	3	4	5
Τα δεδομένα είναι ψηφιοποιημένα	☐	☐	☐	☐	☐
Τα δεδομένα είναι οργανωμένα/τυποποιημένα	☐	☐	☐	☐	☐
Τα δεδομένα αποθηκεύονται με συνέπεια και είναι εύκολα προσβάσιμα για ανάλυση	☐	☐	☐	☐	☐

6. Χρησιμοποιούνται αισθητήρες, δείκτες ή άλλα αυτοματοποιημένα συστήματα συλλογής δεδομένων στις διαδικασίες του τμήματός σας (π.χ. για παρακολούθηση κρίσιμων παραμέτρων);

- ☐ Όχι
☐ Μερικώς
☐ Ναι
☐ Δεν γνωρίζω

7. Πώς θα περιγράφατε τη συνολική στάση της εταιρείας σας απέναντι στην εξερεύνηση νέων εργαλείων ή ιδεών Τεχνητής Νοημοσύνης;

- ☐ Πολύ επιφυλακτική
- ☐ Κάπως επιφυλακτική
- ☐ Ουδέτερη
- ☐ Κάπως ανοιχτή
- ☐ Πολύ ανοιχτή

8. Διαθέτει η εταιρεία σας συγκεκριμένο άτομο ή τμήμα υπεύθυνο για την αξιολόγηση έργων που σχετίζονται με την Τεχνητή Νοημοσύνη;

- ☐ Όχι
- ☐ Ναι
- ☐ Δεν είμαι σίγουρος/η

ΜΕΡΟΣ Δ — Αντίληψη & Στάση απέναντι στην ΑΙ

Κλίμακα:

- 1 = Διαφωνώ απόλυτα
- 2 = Διαφωνώ
- 3 = Ουδέτερος/η
- 4 = Συμφωνώ
- 5 = Συμφωνώ απόλυτα

1. Δηλώσεις σχετικά με την ΑΙ

Δήλωση	1	2	3	4	5
Νιώθω άνετα να χρησιμοποιώ εργαλεία ΑΙ στην εργασία μου	☐	☐	☐	☐	☐
Θεωρώ ότι η ΑΙ μπορεί να αυξήσει την αποδοτικότητα του τμήματός μου	☐	☐	☐	☐	☐
Θεωρώ ότι η ΑΙ μπορεί να υποστηρίξει την καλύτερη λήψη αποφάσεων	☐	☐	☐	☐	☐
Εμπιστεύομαι τα αποτελέσματα ΑΙ όταν συνοδεύονται από τεκμηρίωση	☐	☐	☐	☐	☐

2. Ποιο συναίσθημα σας προκαλεί κυρίως η ενσωμάτωση ΑΙ στην εργασία;

- ☐ Ενθουσιασμό
- ☐ Περιέργεια
- ☐ Ουδετερότητα
- ☐ Ανησυχία
- ☐ Φόβο

3. Σε ποιο βαθμό σας απασχολούν ζητήματα ιδιωτικότητας και κανονιστικής συμμόρφωσης σχετικά με την ΑΙ;

- ☐ Καθόλου
- ☐ Λίγο
- ☐ Μέτρια
- ☐ Πολύ
- ☐ Πάρα πολύ

ΜΕΡΟΣ Ε — Τρέχουσα Χρήση & Πιθανές Εφαρμογές ΑΙ

Κλίμακα απαντήσεων (για όλες τις επόμενες ερωτήσεις)

- 1 = Καθόλου / Δεν χρησιμοποιείται
- 2 = Σε μικρό βαθμό
- 3 = Μέτρια
- 4 = Σε μεγάλο βαθμό
- 5 = Σε πολύ μεγάλο βαθμό

E1. Γενική χρήση εργαλείων AI

Σε ποιο βαθμό εφαρμόζεται η Τεχνητή Νοημοσύνη στις ακόλουθες λειτουργίες του τμήματός σας;

Λειτουργία	1	2	3	4	5
Στατιστική ανάλυση δεδομένων	☐	☐	☐	☐	☐
Δημιουργία ή σύνοψη εγγράφων	☐	☐	☐	☐	☐
Αναζήτηση σε νομοθεσία ή εσωτερικές διαδικασίες	☐	☐	☐	☐	☐
Υποστήριξη στρατηγικών αποφάσεων	☐	☐	☐	☐	☐
Διερεύνηση αποκλίσεων ή τεκμηρίωση CAPA	☐	☐	☐	☐	☐
Επικοινωνίες (αυτόματη δημιουργία πρακτικών συναντήσεων ή σύνοψη συζητήσεων)	☐	☐	☐	☐	☐
Χρήση και υποστήριξη από γενικούς βοηθούς AI (ChatGPT, Gemini, Copilot κ.λπ.)	☐	☐	☐	☐	☐
Μεταφράσεις	☐	☐	☐	☐	☐

E2. Εξειδικευμένες εφαρμογές AI ανά τμήμα

Σε ποιο τμήμα εργάζεστε;

- ☐ Research & Development (R&D) - Formulation Development
- ☐ Research & Development (R&D) - Analytical Development
- ☐ Quality Control (QC)
- ☐ Quality Assurance (QA)
- ☐ Regulatory Affairs / Pharmacovigilance
- ☐ Production / Manufacturing / Operations
- ☐ Engineering / Maintenance
- ☐ Supply Chain / Logistics
- ☐ Human Resources
- ☐ Commercial / Marketing / Customer Service
- ☐ Information Technology (IT)
- ☐ Legal
- ☐ Senior Management

Research & Development (R&D) - Formulation Development

Πόσο χρήσιμη θεωρείτε την Τεχνητή Νοημοσύνη για τις ακόλουθες εφαρμογές:

Εφαρμογή AI	1	2	3	4	5
Μοριακός σχεδιασμός μέσω εικονικού ελέγχου (virtual screening)	☐	☐	☐	☐	☐
De novo σχεδιασμός μορίων μέσω γενετικών μοντέλων Τεχνητής Νοημοσύνης	☐	☐	☐	☐	☐
Βελτιστοποίηση της σύνθεσης φαρμακευτικών μορφών μέσω μοντέλων AI σε συνδυασμό με Σχεδιασμό Πειραμάτων (DoE)	☐	☐	☐	☐	☐
Πρόβλεψη της σταθερότητας και του χρόνου ζωής (shelf-life) ενός προϊόντος	☐	☐	☐	☐	☐
Μοντελοποίηση ιδιοτήτων ADME (απορρόφηση, κατανομή, μεταβολισμός και απέκκριση) και πρόβλεψη τοξικότητας	☐	☐	☐	☐	☐

Research & Development (R&D) - Analytical Development

Πόσο χρήσιμη θεωρείτε την Τεχνητή Νοημοσύνη για τις ακόλουθες εφαρμογές στην ανάπτυξη αναλυτικών μεθόδων:

Εφαρμογή AI	1	2	3	4	5
Υποστήριξη στον σχεδιασμό πειραμάτων (DoE) για την ανάπτυξη αναλυτικών μεθόδων	☐	☐	☐	☐	☐
Αυτοματοποιημένη ανάλυση και ερμηνεία πειραματικών δεδομένων	☐	☐	☐	☐	☐
Πρόβλεψη της σταθερότητας και του χρόνου ζωής (shelf-life) ενός προϊόντος	☐	☐	☐	☐	☐
Βελτιστοποίηση χρωματογραφικών ή άλλων αναλυτικών μεθόδων	☐	☐	☐	☐	☐
Εντοπισμός προτύπων ή ανωμαλιών στα αναλυτικά αποτελέσματα	☐	☐	☐	☐	☐
Πρόβλεψη σχηματισμού προσμίξεων και προϊόντων αποικοδόμησης	☐	☐	☐	☐	☐
Μείωση χρήσης πρώτων υλών και αντιδραστηρίων μέσω predictive modelling	☐	☐	☐	☐	☐
Αυτόματος έλεγχος data integrity	☐	☐	☐	☐	☐

Quality Control (QC)

Πόσο χρήσιμη θεωρείτε την Τεχνητή Νοημοσύνη για τις ακόλουθες εφαρμογές:

Εφαρμογή AI	1	2	3	4	5
Αυτοματοποιημένη οπτική επιθεώρηση μέσω computer vision για πλήρη επιθεώρηση, ανίχνευση και αναγνώριση ελαττωμάτων	☐	☐	☐	☐	☐
Αυτόματη ανίχνευση outliers σε αναλυτικά δεδομένα	☐	☐	☐	☐	☐
Trend analysis αποκλίσεων (OOS/OOT prediction)	☐	☐	☐	☐	☐
Ανάλυση των βασικών αιτίων εμφάνισης ελαττωμάτων (root cause analysis)	☐	☐	☐	☐	☐
Πρόβλεψη κρίσιμων ποιοτικών χαρακτηριστικών (Critical Quality Attributes – CQA) με βάση την παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο των κρίσιμων παραμέτρων διεργασίας (Critical Process Parameters – CPP)	☐	☐	☐	☐	☐
Αυτόματος έλεγχος data integrity	☐	☐	☐	☐	☐
Παρακολούθηση τάσεων σχετικά με αποκλίσεις (trend monitoring of deviations)	☐	☐	☐	☐	☐

Quality Assurance (QA)

Πόσο χρήσιμη θεωρείτε την Τεχνητή Νοημοσύνη για τις ακόλουθες εφαρμογές:

Εφαρμογή AI	1	2	3	4	5
Αυτοματοποίηση της ανασκόπησης των φακέλων παρτίδας (batch record review)	☐	☐	☐	☐	☐
Προγνωστική διαχείριση ποιότητας μέσω προηγμένης αξιολόγησης κινδύνου (με βάση ιστορικά δεδομένα και προσομοιώσεις Digital Twins)	☐	☐	☐	☐	☐
Εκπαίδευση προσωπικού με τη χρήση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης (AI-powered training)	☐	☐	☐	☐	☐
Αξιολόγηση προμηθευτών	☐	☐	☐	☐	☐
Παρακολούθηση τάσεων σχετικά με αποκλίσεις (trend monitoring of deviations)	☐	☐	☐	☐	☐
Συνεχής επαλήθευση της διεργασίας παραγωγής (Continuous Process Verification)	☐	☐	☐	☐	☐

Regulatory Affairs / Pharmacovigilance

Πόσο χρήσιμη θεωρείτε την Τεχνητή Νοημοσύνη για τις ακόλουθες εφαρμογές:

Εφαρμογή AI	1	2	3	4	5
Παρακολούθηση αλλαγών στη νομοθεσία, έλεγχος συμμόρφωσης με κανονιστικά πρότυπα και συγκέντρωση ενημερώσεων από διάφορες διεθνείς ρυθμιστικές αρχές	☐	☐	☐	☐	☐
Αναγνώριση προτύπων ανεπιθύμητων ενεργειών για σκοπούς φαρμακοεπαγρύπνησης	☐	☐	☐	☐	☐
Εντοπισμός προτύπων, ανωμαλιών και πιθανών κινδύνων κατά τη διάρκεια εσωτερικών επιθεωρήσεων	☐	☐	☐	☐	☐
Αυτοματοποίηση διοικητικών εργασιών (π.χ. απαντήσεις σε κανονιστικές επιστολές, προγραμματισμός επιθεωρήσεων ή συναντήσεων, και διαχείριση σχετικών αρχείων)	☐	☐	☐	☐	☐

Production / Manufacturing

Πόσο χρήσιμη θεωρείτε την Τεχνητή Νοημοσύνη για τις ακόλουθες εφαρμογές:

Εφαρμογή AI	1	2	3	4	5
Βελτιστοποίηση της απόδοσης παραγωγής (yield optimization) με βάση την παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο	☐	☐	☐	☐	☐
Πρόβλεψη αποκλίσεων μεταξύ παρτίδων (batch variance forecasting) με βάση δεδομένα σε πραγματικό χρόνο	☐	☐	☐	☐	☐
Αυτοματοποιημένη οπτική επιθεώρηση μέσω computer vision για ανίχνευση και αναγνώριση ελαττωμάτων	☐	☐	☐	☐	☐
Συστήματα ελέγχου κλειστού βρόχου (closed-loop control systems) για προσαρμογή παραμέτρων παραγωγής χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση ώστε να διατηρείται η συνέπεια του προϊόντος	☐	☐	☐	☐	☐
Προσομοιώσεις Digital Twins για πρόβλεψη της συμπεριφοράς του συστήματος υπό διαφορετικές συνθήκες	☐	☐	☐	☐	☐
Προτάσεις ενεργειών προς τους χειριστές για διατήρηση της βέλτιστης λειτουργίας της παραγωγής	☐	☐	☐	☐	☐

Engineering / Maintenance

Πόσο χρήσιμη θεωρείτε την Τεχνητή Νοημοσύνη για τις ακόλουθες εφαρμογές:

Εφαρμογή AI	1	2	3	4	5
Προγνωστική συντήρηση (predictive maintenance) μέσω αναγνώρισης προτύπων για εντοπισμό αποκλίσεων, ανωμαλιών και πρόβλεψη πιθανών βλαβών καθώς και εκτίμηση της υπολειπόμενης ωφέλιμης ζωής του εξοπλισμού	☐	☐	☐	☐	☐
Ανίχνευση ανωμαλιών σε καθαρούς χώρους (cleanrooms) μέσω παρακολούθησης δεδομένων σε πραγματικό χρόνο	☐	☐	☐	☐	☐
Συλλογή και ανάλυση δεδομένων απόδοσης εξοπλισμού για βελτιώσεις ή αναβαθμίσεις του εξοπλισμού	☐	☐	☐	☐	☐
Συστήματα ελέγχου κλειστού βρόχου (closed-loop control systems) για προσαρμογή παραμέτρων παραγωγής χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση ώστε να διατηρείται η συνέπεια του προϊόντος	☐	☐	☐	☐	☐
Προσομοιώσεις Digital Twins για πρόβλεψη της συμπεριφοράς του συστήματος υπό διαφορετικές συνθήκες	☐	☐	☐	☐	☐
Βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας	☐	☐	☐	☐	☐

Human Resources

Πόσο χρήσιμη θεωρείτε την Τεχνητή Νοημοσύνη για τις ακόλουθες εφαρμογές:

Εφαρμογή AI	1	2	3	4	5
Εργαλεία προεπιλογής βιογραφικών (CV screening) για αντιστοίχιση υποψηφίων και ανάλυση κενών δεξιοτήτων (skills-gap analytics)	☐	☐	☐	☐	☐
Αυτοματοποιημένες συνεντεύξεις	☐	☐	☐	☐	☐
Εργαλεία αξιολόγησης και εκτίμησης απόδοσης εργαζομένων	☐	☐	☐	☐	☐
Πρόβλεψη κινδύνου αποχώρησης εργαζομένων (turnover prediction)	☐	☐	☐	☐	☐
Εξατομικευμένη εκπαίδευση και εικονικοί μέντορες (virtual mentors)	☐	☐	☐	☐	☐

Supply Chain / Logistics

Πόσο χρήσιμη θεωρείτε την Τεχνητή Νοημοσύνη για τις ακόλουθες εφαρμογές:

Εφαρμογή AI	1	2	3	4	5
Προγνωστική ανάλυση (predictive analytics) για πρόβλεψη ζήτησης	☐	☐	☐	☐	☐
Προγνωστική ανάλυση για διαχείριση αποθεμάτων	☐	☐	☐	☐	☐
Στρατηγική προμήθεια και προμήθειες (strategic sourcing and procurement), όπως επιλογή και αξιολόγηση προμηθευτών	☐	☐	☐	☐	☐
Βελτιστοποίηση logistics και διαδικασιών διανομής	☐	☐	☐	☐	☐
Αυτοματοποίηση διαδικασιών προμηθειών, όπως καταχώριση δεδομένων, διαχείριση παραγγελιών και επεξεργασία τιμολογίων	☐	☐	☐	☐	☐

Commercial / Marketing / Customer Service

Πόσο χρήσιμη θεωρείτε την Τεχνητή Νοημοσύνη για τις ακόλουθες εφαρμογές:

Εφαρμογή AI	1	2	3	4	5
Προγνωστική ανάλυση (predictive analytics) για τον εντοπισμό τάσεων της αγοράς	☐	☐	☐	☐	☐
Πρόβλεψη πωλήσεων για νέα ή καινοτόμα προϊόντα	☐	☐	☐	☐	☐
Ενίσχυση της αλληλεπίδρασης με πελάτες μέσω στοχευμένων στρατηγικών marketing και ανάλυσης συναισθήματος (sentiment analysis)	☐	☐	☐	☐	☐
Διαχείριση σχέσεων με πελάτες μέσω διαδικτυακών αλληλεπιδράσεων σε πραγματικό χρόνο (π.χ. chatbots, ψηφιακοί βοηθοί καταναλωτών)	☐	☐	☐	☐	☐
Βελτιστοποίηση διαφημιστικών και προωθητικών καμπανιών	☐	☐	☐	☐	☐

Information Technology (IT)

Πόσο χρήσιμη θεωρείτε την Τεχνητή Νοημοσύνη για τις ακόλουθες εφαρμογές:

Εφαρμογή AI	1	2	3	4	5
Διαχείριση διαλόγου και εσωτερική υποστήριξη μέσω chatbots	☐	☐	☐	☐	☐
Μείωση του όγκου πληροφοριών μέσω αυτόματου φιλτραρίσματος, ομαδοποίησης ή σύνοψης εισερχόμενων αιτημάτων (tickets)	☐	☐	☐	☐	☐
Ανίχνευση και αναγνώριση απειλών ή ανωμαλιών κυβερνοασφάλειας σε πραγματικό χρόνο	☐	☐	☐	☐	☐
Προτάσεις για βέλτιστες ενέργειες αντιμετώπισης απειλών κυβερνοασφάλειας	☐	☐	☐	☐	☐
Αξιολόγηση κινδύνων κυβερνοασφάλειας μέσω ανάλυσης ευπαθειών, συμπεριφορών και δραστηριότητας συστημάτων	☐	☐	☐	☐	☐

Legal

Πόσο χρήσιμη θεωρείτε την Τεχνητή Νοημοσύνη για τις ακόλουθες εφαρμογές:

Εφαρμογή AI	1	2	3	4	5
Αυτόματος έλεγχος συμβάσεων	☐	☐	☐	☐	☐
Αυτόματη αξιολόγηση κινδύνου συμβάσεων (Contract risk scoring)	☐	☐	☐	☐	☐
Εντοπισμός ασυνεπειών σε ρήτρες	☐	☐	☐	☐	☐
Παρακολούθηση κανονιστικών αλλαγών	☐	☐	☐	☐	☐
Παρακολούθηση συμμόρφωσης (Compliance monitoring)	☐	☐	☐	☐	☐
Εντοπισμός κινδύνων παραβίασης του GDPR (GDPR risk detection)	☐	☐	☐	☐	☐

Senior Management

Πόσο χρήσιμη θεωρείτε την Τεχνητή Νοημοσύνη για τις ακόλουθες εφαρμογές σε επίπεδο εταιρείας;

Εφαρμογή	1	2	3	4	5
Επιτάχυνση της ανάπτυξης νέων φαρμάκων	☐	☐	☐	☐	☐
Βελτιστοποίηση διαδικασιών παραγωγής	☐	☐	☐	☐	☐
Βελτίωση της ποιότητας και μείωση αποκλίσεων	☐	☐	☐	☐	☐
Υποστήριξη στρατηγικών αποφάσεων	☐	☐	☐	☐	☐
Μείωση κόστους και αύξηση αποδοτικότητας	☐	☐	☐	☐	☐
Ενίσχυση κανονιστικής συμμόρφωσης	☐	☐	☐	☐	☐
Αξιοποίηση δεδομένων σε όλο τον οργανισμό	☐	☐	☐	☐	☐
Η ΑΙ αποτελεί στρατηγική προτεραιότητα για την εταιρεία	☐	☐	☐	☐	☐

ΜΕΡΟΣ ΣΤ — Αντιλαμβανόμενα Οφέλη, Εμπόδια & Κίνδυνοι από την Υιοθέτηση ΑΙ

Κλίμακα απαντήσεων

1 = Καθόλου

2 = Σε μικρό βαθμό

3 = Μέτρια

4 = Σε μεγάλο βαθμό

5 = Σε πολύ μεγάλο βαθμό

Πιθανά Οφέλη από τη χρήση ΑΙ

1. Πόσο σημαντικά θεωρείτε τα παρακάτω πιθανά οφέλη;

Πιθανό όφελος	1	2	3	4	5
Βελτίωση της αποδοτικότητας και της παραγωγικότητας	☐	☐	☐	☐	☐
Ενίσχυση της ακρίβειας και της αξιοπιστίας	☐	☐	☐	☐	☐
Αύξηση της δυνατότητας επεξεργασίας δεδομένων	☐	☐	☐	☐	☐
Δυνατότητα παρακολούθησης και ανατροφοδότησης σε πραγματικό χρόνο	☐	☐	☐	☐	☐
Υποστήριξη καλύτερης ιεράρχησης προτεραιοτήτων	☐	☐	☐	☐	☐

2. Πόσο σημαντικά θεωρείτε τα ακόλουθα οφέλη σχετικά με τη χρήση εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης;

Όφελος	1	2	3	4	5
Υποστήριξη στρατηγικών αποφάσεων	☐	☐	☐	☐	☐
Διαχείριση κινδύνων και εφαρμογή προληπτικών μέτρων ανθεκτικότητας	☐	☐	☐	☐	☐
Προώθηση της βιωσιμότητας και της κυκλικής οικονομίας	☐	☐	☐	☐	☐

Εμπόδια στην Υιοθέτηση AI

3. Πόσο δύσκολη θεωρείτε καθεμία από τις ακόλουθες πτυχές σχετικά με την ανάπτυξη της Τεχνητής Νοημοσύνης στον οργανισμό σας;

Πτυχή	1	2	3	4	5
Ετοιμότητα και διαθεσιμότητα δεδομένων (data readiness)	☐	☐	☐	☐	☐
Περιορισμοί προϋπολογισμού/ πόρων – κόστος υλοποίησης	☐	☐	☐	☐	☐
Πρόσληψη εξειδικευμένου προσωπικού	☐	☐	☐	☐	☐
Απαιτήσεις σε υποδομές και εκπαίδευση του προσωπικού	☐	☐	☐	☐	☐
Συμμόρφωση με τη νομοθεσία	☐	☐	☐	☐	☐
Πολυπλοκότητα της επικύρωσης (validation)	☐	☐	☐	☐	☐
Ευθυγράμμιση διοίκησης και εταιρική κουλτούρα	☐	☐	☐	☐	☐

Αντιλαμβανόμενοι Κίνδυνοι AI

4. Πόσο σημαντικούς θεωρείτε τους παρακάτω κινδύνους;

Κίνδυνος	1	2	3	4	5
Λανθασμένα αποτελέσματα AI ή εσφαλμένη ερμηνεία τους	☐	☐	☐	☐	☐
Υπερεξάρτηση από αυτοματοποιημένα συστήματα	☐	☐	☐	☐	☐
Κυβερνοασφάλεια / παραβίαση δεδομένων / ιδιωτικότητας	☐	☐	☐	☐	☐
Αύξηση πολυπλοκότητας διαδικασιών	☐	☐	☐	☐	☐

ΜΕΡΟΣ Ζ — Μελλοντική Ετοιμότητα & Στρατηγική Υιοθέτησης ΑΙ

1. Πόσο έτοιμη θεωρείτε την εταιρεία σας για υιοθέτηση ΑΙ;

1 ☐ 2 ☐ 3 ☐ 4 ☐ 5 ☐

2. Διαθέτει η εταιρεία σας καθορισμένες διαδικασίες για τη διασφάλιση της ορθής διαχείρισης, εποπτείας και ακεραιότητας των δεδομένων που χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές Τεχνητής Νοημοσύνης;

- ☐ Όχι
- ☐ Μερικώς
- ☐ Ναι
- ☐ Δεν είμαι σίγουρος/η

3. Ποια προσέγγιση θεωρείτε καταλληλότερη για μελλοντική υιοθέτηση ΑΙ;

- ☐ Χρήση έτοιμων εμπορικών εργαλείων Τεχνητής Νοημοσύνης (ΑΙ)
- ☐ Ανάπτυξη εσωτερικών Τεχνητής Νοημοσύνης (ΑΙ) συστημάτων
- ☐ Ανάθεση της ανάπτυξης σε εξωτερικό συνεργάτη
- ☐ Δεν γνωρίζω

4. (Εάν επιλέξατε «Ανάθεση σε εξωτερικό συνεργάτη») Τι τύπο οργανισμού θα θεωρούσατε πιο κατάλληλο για την ανάπτυξη λύσεων Τεχνητής Νοημοσύνης;

- ☐ Τοπική εταιρεία τεχνολογίας (Κύπρος και Ελλάδα)
- ☐ Διεθνής εταιρεία τεχνολογίας
- ☐ Εξειδικευμένη εταιρεία στον φαρμακευτικό κλάδο
- ☐ Ερευνητικός οργανισμός / πανεπιστήμιο
- ☐ Συνδυασμός των παραπάνω
- ☐ Δεν είμαι σίγουρος/η
- ☐ Άλλο: _____

ΜΕΡΟΣ Η — Σύντομες Ανοιχτές Ερωτήσεις

1. Ποιο πρόβλημα της καθημερινής σας εργασίας θα θέλατε ιδανικά να λύσει η ΑΙ;
2. Αν μπορούσατε να υλοποιήσετε άμεσα ένα ΑΙ εργαλείο στο τμήμα σας, ποιο θα ήταν;