

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**  
**ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΕΙΔΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ**  
**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**  
**«ΕΙΔΙΚΗ ΑΓΩΓΗ»**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΩΝ ΛΑΘΩΝ ΠΟΥ ΚΑΝΟΥΝ ΟΙ ΜΑΘΗΤΕΣ ΜΕ ΔΥΣΛΕΞΙΑ**  
**ΣΤΗΝ ΕΠΙΛΥΣΗ ΜΑΘΗΜΑΤΙΚΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ**

**ΣΕΧΑ ΒΙΚΤΩΡΙΑ**

ΜΕΛΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ: 1) ΒΛΑΧΟΣ ΦΙΛΙΠΠΟΣ (ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ)  
(ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΠΤΕΑ)  
2) ΤΖΙΒΙΝΙΚΟΥ ΣΩΤΗΡΙΑ  
(ΕΠΙΚΟΥΡΗ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ ΠΤΕΑ)  
3) ΣΤΑΘΟΠΟΥΛΟΥ ΧΑΡΙΚΛΕΙΑ  
(ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ ΠΤΕΑ)

**ΒΟΛΟΣ, 2019**

Βαθμολογία	Αριθμητικά	
	Ολογράφως	

«Υπεύθυνη Δήλωση μη λογοκλοπής και ανάληψης προσωπικής ευθύνης»

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, και γνωρίζοντας τις συνέπειες της λογοκλοπής, δηλώνω υπεύθυνα και ενυπογράφως ότι η παρούσα εργασία με τίτλο «Διερεύνηση των λαθών που κάνουν οι μαθητες με δυσλεξία στην επίλυση μαθηματικών προβλημάτων» αποτελεί προϊόν αυστηρά προσωπικής εργασίας και όλες οι πηγές από τις οποίες χρησιμοποίησα δεδομένα, ιδέες, φράσεις, προτάσεις ή λέξεις, είτε επακριβώς (όπως υπάρχουν στο πρωτότυπο ή μεταφρασμένες) είτε με παράφραση, έχουν δηλωθεί κατάλληλα και ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή. Αναλαμβάνω πλήρως, ατομικά και προσωπικά, όλες τις νομικές και διοικητικές συνέπειες που δύναται να προκύψουν στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δεν μου ανήκει διότι είναι προϊόν λογοκλοπής.

Ο/Η ΔΗΛΩΝ/-ΟΥΣΑ

Ημερομηνία

Υπογραφή

## Ευχαριστίες

Με την περάτωση της παρούσας διπλωματικής εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κύριο Βλάχο Φίλιππο, Καθηγητή του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής Αγωγής και επιβλέποντα της παρούσας διπλωματικής εργασίας για την υποστήριξη του όλο αυτό το διάστημα και για την σημαντική βοήθεια που μου παρείχε στην διεξαγωγή και ολοκλήρωση της ερευνητικής διπλωματικής εργασίας. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τις δύο συνεπιβλέπουσες για τις πολύτιμες συμβουλές τους, κυρία Τζιβνίκου Σωτηρία, επίκουρη καθηγήτρια του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής Αγωγής και την κυρία Σταθοπούλου Χαρίκλεια, καθηγήτρια του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής Αγωγής.

Επιπλέον, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους διευθυντές των σχολείων, τους εκπαιδευτικούς, τους γονείς και πρωτίστως τους μαθητές που με τη συμμετοχή τους στην ερευνητική διαδικασία ολοκληρώθηκε η διπλωματική εργασία.

## Περίληψη

Η αναπτυξιακή δυσλεξία είναι μια ειδική μαθησιακή δυσκολία του γραπτού λόγου που εκδηλώνεται με ελλείμματα σε αρκετούς γνωστικούς τομείς. Αν και οι σημαντικότερες δυσκολίες των μαθητών με δυσλεξία εντοπίζονται στο γραπτό λόγο, αρκετές φορές μπορεί να επηρεάζονται και άλλοι μαθησιακοί τομείς. Ένας από αυτούς είναι τα μαθηματικά, καθώς σύμφωνα με έρευνες οι μαθητές με δυσλεξία μπορεί να παρουσιάζουν δυσκολίες στην ανάκτηση αριθμών, στην εκτέλεση οριζόντιων πράξεων, στους υπολογισμούς με πολυψήφιους αριθμούς, ή/και στην επίλυση μαθηματικών προβλημάτων. Σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η αξιολόγηση της μαθηματικής επάρκειας μαθητών με δυσλεξία σε σχέση με τυπικά αναπτυσσόμενους μαθητές και η διερεύνηση των τύπων των λαθών που πιθανόν κάνουν οι μαθητές στην επίλυση μαθηματικών προβλημάτων.

Στην έρευνα συμμετείχαν 60 μαθητές, ηλικίας 10-13 ετών. Οι 30 συμμετέχοντες είχαν λάβει διάγνωση δυσλεξίας από Κέντρα Εκπαιδευτικής και Συμβουλευτικής Υποστήριξης και δεν παρουσίαζαν κάποια συνυπάρχουσα διαταραχή. Οι παραπάνω συμμετέχοντες εξομοιώθηκαν ως προς το φύλο, την ηλικία και την τάξη φοίτησης με 30 τυπικά αναπτυσσόμενους μαθητές, οι οποίοι αποτέλεσαν την ομάδα ελέγχου. Σε όλους τους συμμετέχοντες χορηγήθηκε ατομικά ένα σταθμισμένο κριτήριο μαθηματικής επάρκειας το οποίο απαρτιζόταν από τρεις κατηγορίες δοκιμασιών (γνώση των μαθηματικών εννοιών, υπολογισμοί και επίλυση μαθηματικών προβλημάτων) οι οποίες θεωρείται ότι συνθέτουν όλες τις πτυχές της μαθηματικής επάρκειας. Επιπλέον, έπειτα από την συμπλήρωση του κριτηρίου, πραγματοποιήθηκε συνέντευξη με τους μαθητές, με σκοπό τη συγκέντρωση ποιοτικών δεδομένων αναφορικά με τον τρόπο επίλυσης και τον τύπο των λαθών των δύο ομάδων κατά την επίλυση μαθηματικών προβλημάτων.

Τα αποτελέσματα έδειξαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στην επίδοση των μαθητών με δυσλεξία και των τυπικά αναπτυσσόμενων μαθητών στην κατανόηση των μαθηματικών εννοιών, στους υπολογισμούς, στην επίλυση μαθηματικών προβλημάτων, αλλά και στο συνολικό πηλίκο μαθηματικής επάρκειας. Επιπλέον, διερευνώντας τις δυσκολίες των παιδιών με δυσλεξία στην επίλυση μαθηματικών προβλημάτων, διαπιστώθηκε ότι πράγματι κάνουν διαφορετικού είδους λάθη κατά την επίλυση μαθηματικών προβλημάτων και αντιμετωπίζουν διαφορετικές δυσκολίες.

Τα αποτελέσματα μας επιβεβαιώνουν τις υποθέσεις της έρευνας και είναι σύμφωνα με προηγούμενα ευρήματα από τη διεθνή βιβλιογραφία, που αναφέρουν ότι οι μαθητές με δυσλεξία παρουσιάζουν αδυναμίες στα μαθηματικά. Τα αποτελέσματα αυτά συζητούνται σε σχέση με την εκπαιδευτική υποστήριξη, που πρέπει να παρέχεται στους μαθητές με δυσλεξία, ώστε να μπορούν να αντιμετωπίσουν και τις όποιες δυσκολίες εμφανίζουν στα μαθηματικά.

ΛΕΞΕΙΣ – ΚΛΕΙΔΙΑ: δυσλεξία, μαθηματική επάρκεια, επίλυση μαθηματικών προβλημάτων

## **Abstract**

Developmental dyslexia is a special learning difficulty of written language that is manifested with particular difficulties in several cognitive domains. Although the most serious difficulties of students with dyslexia are found in the written language, several times other learning areas can be affected. One of these is mathematics because according to previous studies, students with dyslexia may have difficulties in retrieving numbers, resolving horizontal operations, calculating multi digit numbers, and/or solving mathematical problems. The aim of the present study was to evaluate the mathematical competence of students with dyslexia in relation to typically developing students and to investigate the types of the mistakes that students might encounter in solving mathematical problems.

Participants were 60 students aged 10-13 years old. 30 participants had a diagnosis for dyslexia from Public Diagnostic Centers (Centers for Educational and Counseling Support, KESY) and did not show any coexisting disorder. These participants were pair-matched for gender, age and grade with 30 typical developing students, who formed the control group. All participants were individually assessed with the Psychometric Mathematical Competence Criterion for children and adolescents, which consisted of three types of tests (mathematical vocabulary, arithmetic operations-calculations and mathematical word problem solving), which are thought to compose all aspects of mathematical competence. In addition, after completing the criterion, an interview was conducted with all students in order to gather qualitative data on the way to solve mathematical problems and the type of mistakes the two groups present during mathematical problems solving.

The results showed statistically significant differences between the performance of students with dyslexia and the typical developing group during mathematical vocabulary knowledge, arithmetic operations-calculations, mathematical word problem solving, and the overall quotient of mathematical competence. In addition, investigating the difficulties of the two groups during mathematical problems solving, we found that children with dyslexia present different kinds of mistakes from typical developing children and they face different difficulties.

Our results confirm the research hypotheses and are consistent with previous findings, which indicate that students with dyslexia have weaknesses in mathematics. These results are discussed in relation to the educational support to be given to

students with dyslexia to be able to cope with any difficulties they encounter in mathematics.

**KEY WORDS: dyslexia, mathematical competence, mathematical problems solving**



## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Εισαγωγή .....	11
----------------	----

### 1<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

#### ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

<b>1.1 Αναπτυξιακή δυσλεξία.....</b>	<b>13</b>
1.1.1 Αίτια της δυσλεξίας .....	14
1.1.2 Χαρακτηριστικά της δυσλεξίας.....	17
<b>1.2 Δυσλεξία και μαθηματικά .....</b>	<b>19</b>
1.2.1 Συνιστώσες των μαθηματικών ικανοτήτων.....	19
1.2.2 Δυσλεξία και δυσκολίες στα μαθηματικά .....	20
1.2.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την μαθηματική επάρκεια των μαθητών με δυσλεξία .....	25
1.2.4 Δυσκολίες σε συνιστώσες της μαθηματικής επάρκειας.....	28
1.2.4.1 Δυσκολίες στον εννοιολογικό τομέα.....	28
1.2.4.2 Δυσκολίες στους υπολογισμούς.....	29
1.2.4.3 Δυσκολίες στην επίλυση προβλημάτων.....	30
i. Παράγοντες που επηρεάζουν την επίλυση μαθηματικών προβλημάτων.....	30
ii. Στρατηγική επίλυσης .....	32
iii. Μαθησιακό στυλ παιδιών με δυσλεξία.....	33
iv. Τύποι μαθηματικών προβλημάτων.....	34
1.2.5 Στάδια επίλυσης μαθηματικών προβλημάτων.....	36
<b>1.3 Σκοπός της έρευνας και ερευνητικές υποθέσεις .....</b>	<b>37</b>

### 2<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

#### ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

<b>2.1 Μέθοδος συλλογής ερευνητικών δεδομένων.....</b>	<b>39</b>
<b>2.2 Συμμετέχοντες.....</b>	<b>40</b>
<b>2.3 Ερευνητικά εργαλεία.....</b>	<b>41</b>
Α) Ψυχομετρικό Κριτήριο Μαθηματικής Επάρκειας.....	41
Β) Πρωτόκολλο συνέντευξης .....	44
<b>2.4 Διαδικασία της έρευνας .....</b>	<b>45</b>

2.5 Στατιστική ανάλυση.....	46
-----------------------------	----

### **3<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ**

#### **ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

<b>3.1 Αποτελέσματα των δοκιμασιών του κριτηρίου Μαθηματικής Επάρκειας.....</b>	<b>47</b>
---	-----------

<b>3.2 Αποτελέσματα ανάλυσης λαθών στην υποδοκιμασία της επίλυσης μαθηματικών προβλημάτων.....</b>	<b>52</b>
--	-----------

3.2.1 Ποσοτική επεξεργασία προβλημάτων .....	52
--	----

3.2.2 Ποιοτική ανάλυση λαθών.....	56
-----------------------------------	----

### **4<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ**

#### **ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ**

4.1. Η Μαθηματική Επάρκεια των παιδιών με δυσλεξία .....	64
--	----

4.1.2 Τύποι λαθών στην επίλυση μαθηματικών προβλημάτων.....	66
---	----

4.2.1 Περιορισμοί της έρευνας και μελλοντικές προεκτάσεις .....	71
---	----

4.2.2 Εκπαιδευτικές προεκτάσεις .....	73
---------------------------------------	----

<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>78</b>
---------------------------	-----------

## Εισαγωγή

Η αναπτυξιακή δυσλεξία είναι μια ειδική μαθησιακή διαταραχή νευρολογικής προέλευσης, η οποία χαρακτηρίζεται από δυσκολίες στην ακριβή και ευχερή αναγνώριση λέξεων και επεξεργασίας του γραπτού λόγου, στην ορθογραφία και στις ικανότητες αποκωδικοποίησης. Οι δυσκολίες αυτές συνδέονται συχνά με ελλείμματα στην φωνολογική διάσταση της γλώσσας (International Dyslexia Association, 2002). Ωστόσο, ενώ η βασική δυσκολία των παιδιών με δυσλεξία βρίσκεται στην αναγνωστική ικανότητα (Ramus, 2004· Fletcher, 2009· Evans, Flowers, Napoliello, Olulade, & Eden, 2014) φαίνεται ότι επηρεάζονται και άλλοι μαθησιακοί τομείς, όπως τα μαθηματικά (Chinn, McDonagh, Elswijk, Harmsen, Kay, McPhillips, Power & Skidmore, 2001· Freda, Pagliara, Ferraro, Zanfardino & Pepino, 2008· Evans, et al., 2014).

Παρά το πλήθος των ερευνών που έχουν εστιάσει στις δυσκολίες των παιδιών με δυσλεξία στον γραπτό λόγο και στις αναγνωστικές δυσκολίες, είναι περιορισμένες οι έρευνες που αναφέρονται σε δυσκολίες των παιδιών με δυσλεξία στα μαθηματικά και συγκεκριμένα στην επίλυση μαθηματικών προβλημάτων. Ωστόσο, σύμφωνα με έρευνες (Boets & De Smedt, 2010· De Smedt & Boets, 2010· Simmons & Singleton, 2008· Evans et al., 2014) που έχουν πραγματοποιηθεί σε παιδιά και εφήβους με δυσλεξία, φαίνεται ότι υπάρχει σχέση μεταξύ της δυσλεξίας και της επίδοσης στα μαθηματικά, ενώ οι δυσκολίες των παιδιών με δυσλεξία έχουν επίπτωση και στην επίλυση μαθηματικών προβλημάτων (Träff & Passolunghi, 2015· Vukovic, Lesaux, & Siegel, 2010).

Ειδικότερα, στον τομέα της επίλυσης μαθηματικών προβλημάτων, σημαντικοί εμπλεκόμενοι παράγοντες είναι η ικανότητα στην αριθμητική, η προσοχή, ο σχηματισμός ιδεών, η οπτική αναγνώριση των λέξεων (Fuchs, Fuchs, Compton, Powell, Seethaler, Capizzi, & Fletcher, 2006). Επιπλέον οι Lopes-Silva, Moura, Júlio-Costa, Wood, Salles, και Haase (2016) αναφέρουν ότι η νοημοσύνη, η οπτικοχωρική εργαζόμενη μνήμη και η φωνημική επίγνωση, αποτελούν προβλεπτικούς παράγοντες για ορισμένους τομείς των μαθηματικών και είναι σημαντικός παράγοντας για τη συνύπαρξη δυσκολιών στα μαθηματικά σε παιδιά με δυσλεξία. Ωστόσο, οι μαθητές με δυσλεξία παρουσιάζουν έλλειμμα σε αρκετούς από τους παραπάνω τομείς που επηρεάζουν την επίδοση στα μαθηματικά, όπως οπτικοχωρικά ελλείμματα (Miles, Haslum & Wheeler, 2001), φωνολογικά ελλείμματα (Träff & Passolunghi, 2015· De

Smedt & Boets, 2010), μνημονικά ελλείμματα (Chinn et.al., 2001) που μπορεί να αποτελούν και προβλεπτικό παράγοντα για τη μαθηματική επάρκεια (Andersson, 2007) καθώς και δεξιότητες ακολουθίας, που δεν είναι αυτοματοποιημένες στα παιδιά με δυσλεξία (Fawcett & Nicholson, 1999). Εκτός από τις δυσκολίες των μαθητών αυτών στα μαθηματικά και στην επίλυση προβλημάτων, οι οποίες πιθανόν οφείλονται σε ελλείμματα στις γνωστικές λειτουργίες, σημαντικό ρόλο διαδραματίζει και ο τρόπος διαχείρισης και οργάνωσης της σκέψης για την επεξεργασία ενός προβλήματος (Chinn & Ashcroft, 2017).

Η παρούσα έρευνα, λαμβάνοντας υπόψη ευρήματα και προβληματισμούς σχετικά με τις δυσκολίες των παιδιών με δυσλεξία στα μαθηματικά και στην επίλυση μαθηματικών προβλημάτων είχε σκοπό να διερευνήσει περαιτέρω τη μαθηματική επάρκεια των μαθητών με δυσλεξία στον τομέα του λεξιλογίου, των υπολογισμών και της επίλυσης μαθηματικών προβλημάτων. Ειδικά, στον τομέα της επίλυσης προβλημάτων δίνεται ιδιαίτερη έμφαση, καθώς ο εντοπισμός των δυσκολιών αυτών είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την εκπαιδευτική αντιμετώπιση τους.

Στο πρώτο κεφάλαιο της εργασίας γίνεται ανασκόπηση της σύγχρονης βιβλιογραφίας, όσον αφορά στα βασικά χαρακτηριστικά της δυσλεξίας, τη σχέση δυσλεξίας και μαθηματικών, τις δυσκολίες στους τομείς της μαθηματικής επάρκειας, τη διαδικασία επίλυσης μαθηματικών προβλημάτων και τις δυσκολίες των ατόμων με δυσλεξία στον τομέα αυτό.

Στο δεύτερο κεφάλαιο της εργασίας γίνεται παρουσίαση της μεθοδολογίας της έρευνας, του ερευνητικού εργαλείου, του δείγματος και της ανάλυσης των δεδομένων. Στο τρίτο κεφάλαιο αναλύονται τα αποτελέσματα της έρευνας και στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται συζήτηση των αποτελεσμάτων και σχολιασμός τους σε σχέση με έρευνες της διεθνούς βιβλιογραφίας. Επιπροσθέτως, γίνεται λόγος για εκπαιδευτικές προεκτάσεις, οι οποίες είναι απαραίτητες για την εκπαιδευτική βοήθεια των μαθητών αυτών και την αντιμετώπιση των δυσκολιών τους.

# 1<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

## ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

### 1.1 Αναπτυξιακή δυσλεξία

Η αναπτυξιακή δυσλεξία αποτελεί μια ειδική μαθησιακή δυσκολία του γραπτού λόγου, που επηρεάζει ένα σημαντικό αριθμό παιδιών και έχει σημαντικές εκπαιδευτικές, κοινωνικές και συναισθηματικές συνέπειες γι' αυτά. Πλήθος ερευνητών συγκλίνουν στην νευροβιολογική βάση της δυσλεξίας (Joffe, 1983· Frith, 1999· Habib, 2000· Ramus, 2004· Fletcher, 2009· Koerte, Willems, Muehlmann, Moll, Cornell, Pixner, Steffinger, Keeser, Heinen, Kubicki, Shenton, Ertl- Wagner & Schulte-Körne, 2016). Η αναπτυξιακή δυσλεξία είναι ίσως η πιο κοινή νευρολογική διαταραχή που αντιμετωπίζουν οι μαθητές, ενώ η συχνότητα της στον ελληνικό χώρο βρίσκεται περίπου στο 5,52% του μαθητικού πληθυσμού (Vlachos, Avramidis, Dedousis, Chalmpre, Ntalla & Giannakopoulou, 2013). Σύμφωνα με τους ίδιους ερευνητές, τα αγόρια είναι πολύ πιο πιθανό να εμφανίσουν δυσλεξία σε σχέση με τα κορίτσια (Vlachos, et al., 2013). Η αναπτυξιακή δυσλεξία εκδηλώνεται ως επίμονη δυσκολία στην εκμάθηση της ανάγνωσης σε παιδιά με διαφορετική πνευματική λειτουργία και εκπαιδευτικές ευκαιρίες (Ramus, 2004).

Αρχικά, η μαθησιακή αυτή δυσκολία είχε οριστεί από τον Pringle Morgan (1896, ο.α. στο Βλάχος, 2010) ως 'εγγενής λεκτική τύφλωση', καθώς συνέδεσε τις δυσκολίες αυτές με διαταραχές στην αντίληψη και στην οπτική μνήμη και το απέδωσε σε ανεπαρκή ανάπτυξη του εγκεφάλου. Στη συνέχεια ο Hinshelwood (1917, ο.α. στο Βλάχος, 2010) περιγράφοντας την 'εγγενή λεκτική τύφλωση' αναφέρει ότι ένας μαθητής έχει ειδικές δυσκολίες στην ανάγνωση όταν έχει φυσιολογική όραση, αλλά δεν μπορεί να κατανοήσει το χειρόγραφο ή τον έντυπο λόγο. Οι δυσκολίες αυτές σχετίζονται με ανεπαρκή απόκτηση και αποθήκευση των οπτικών μνημών για τα γράμματα και τις λέξεις., που οφείλεται σε εξελικτική βλάβη στα πρώτα στάδια της ανάπτυξης του εμβρύου. Ο Hinshelwood (1917, ο.α. στο Βλάχος, 2010) επισήμανε και την κληρονομική βάση της δυσλεξίας.

Ο Orton (1937, ο.α. στο Βλάχος, 2010) αργότερα εισήγαγε τον όρο στρεφοσυμβολία, θεωρώντας ότι τα άτομα με δυσλεξία λόγω της ασαφούς ημισφαιρικής τους κυριαρχίας, έχουν δυσκολία στην αντιστοίχιση της οπτικής μορφής των γραμμάτων με την ηχητική τους διάθρωση.

Σταδιακά δημιουργήθηκαν αρκετές θεωρίες ως προς την έννοια της δυσλεξίας, καθώς και για τα αίτια της. Γι' αυτό, είναι δύσκολο να αποδοθεί ένας συγκεκριμένος ορισμός (Βλάχος, 2010), ενώ το πλήθος των ορισμών και η ποικιλότητα τους κάνουν ακόμη πιο δύσκολη την παρακολούθηση της εξέλιξης του πεδίου (Τζιβινίκου, 2015).

Κάποιοι από τους ορισμούς που καλύπτουν αρκετά ολοκληρωμένα τα χαρακτηριστικά της αναπτυξιακής δυσλεξίας είναι οι εξής:

*«Η δυσλεξία είναι μια ειδική μαθησιακή διαταραχή νευρολογικής προέλευσης, η οποία χαρακτηρίζεται από δυσκολίες στην ακριβή και ευχερή αναγνώριση λέξεων, στην ορθογραφία και στις ικανότητες αποκωδικοποίησης. Οι δυσκολίες αυτές συνδέονται συχνά με ελλείμματα στην φωνολογική διάσταση της γλώσσας η οποία αποκλίνει σε σχέση με τις υπόλοιπες γνωστικές λειτουργίες»* (International Dyslexia Association, 2002). Σύμφωνα με άλλο ορισμό η δυσλεξία περιγράφεται ως *«συνδυασμός δυνατοτήτων και δυσκολιών που επηρεάζει τη διαδικασία εκμάθησης σε μία ή περισσότερες περιοχές, όπως η ανάγνωση, η ορθογραφία και η γραφή. Οι αδυναμίες που συνυπάρχουν μπορούν να προσδιοριστούν στους τομείς της ταχύτητας επεξεργασίας, της βραχύχρονης μνήμης, της αλληλουχίας, της ακουστικής ή/και οπτικής αντίληψης, της προφορικής γλώσσας και της κινητικής δεξιότητας. Συσχετίζονται με την κατάκτηση και τη χρήση της γραπτής γλώσσας, η οποία μπορεί να περιλάβει αλφαβητικά, αριθμητικά και μουσικά σύμβολα»* (British Dyslexia Association, 2001, 3η παράγραφος, ο.α στο Βλάχος, 2010).

### **1.1.1 Αίτια της δυσλεξίας**

Πολλές θεωρίες έχουν διατυπωθεί ως προς την αιτιολογία της δυσλεξίας και την ερμηνεία των χαρακτηριστικών της διαταραχής. Κατά τη Frith (1999), η δυσλεξία συνδέεται με τρία διακριτά είδη περιγραφής, τα οποία είναι το βιολογικό, το γνωστικό και το συμπεριφορικό. Οι θεωρίες που έχουν αναπτυχθεί γύρω από τα αίτια της δυσλεξίας είναι οι βιολογικές-δομικές και οι γνωστικές-λειτουργικές.

Οι βιολογικές θεωρίες αναφέρουν ως αίτια της δυσλεξίας: α) γενετικούς παράγοντες, έπειτα από μελέτες οικογενειών και διδύμων που αποδεικνύουν γενετικό υπόβαθρο, β) μορφολογικές και λειτουργικές ανωμαλίες και διαφορές στην δομή του εγκεφάλου. Σύμφωνα με έρευνες υπάρχουν δομικές ανωμαλίες σε εγκεφάλους δυσλεκτικών ατόμων έπειτα από μεταθανάτιες εξετάσεις (Galaburda & Kemper, 1979· Galaburda, Sherman, Rosen, Aboitiz & Geschwind, 1985, ο .α. στο Βλάχος).

Επίσης, σύμφωνα με μελέτες νευροαπεικόνισης υπάρχει ξεχωριστό μοτίβο ενεργοποίησης όταν διαβάζει κάποιος με δυσλεξία. Σύμφωνα με τους Σίμο, Μουζάκη και Παπανικολάου (2004) τα άτομα με δυσλεξία παρουσιάζουν μειωμένη ενεργοποίηση στην κροταφοβρεγματική περιοχή που υποστηρίζει γνωστικές διεργασίες απαραίτητες για την φωνολογική αποκωδικοποίηση (περιοχή Wernicke) και για την αντιστοίχιση γραπτών συμβόλων με φωνολογικές αναπαραστάσεις (γωνιώδης έλικα), καθώς και στην κροταφοϊνιακή περιοχή, όπου ευθύνεται για αδυναμίες στις γραφημικές δεξιότητες (Σίμος, Μουζάκη & Παπανικολάου, 2004). Αντιθέτως, στη δεξιά κροταφοβρεγματική περιοχή και στη κάτω μετωπιαία έλικα εντοπίζεται αυξημένη ενεργοποίηση (Papanicolaou, Simos, Breier, Fletcher, Foorman, Francis, Castillo & Davis, 2003).

Ερευνητικά δεδομένα υποστηρίζουν ότι η δυσλεξία μπορεί να σχετίζεται με διαφοροποιήσεις στην εγκεφαλική ασυμμετρία του εγκεφάλου, που παρουσιάζει μη τυπική δομή, μεταξύ των φλοιών των δύο ημισφαιρίων. Η ημισφαιρική ασυμμετρία αντανakλάται και στις διαφορές στο σχετικό μέγεθος ορισμένων περιοχών του εγκεφάλου, που παρατηρούνται επίσης στους δυσλεκτικούς (Brown et al., 2001· Leonard et al., 2001, ο.α. στο Vlachos, Andreou, & Delliou, 2013). Στην έρευνα τους οι Vlachos, et al. (2013) εξέτασαν την εγκεφαλική πλευρίωση σε παιδιά με δυσλεξία δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης διερευνώντας τη σχέση δυσλεξίας και εγκεφαλικής ασυμμετρίας. Διαπίστωσαν ότι πράγματι πολύ περισσότεροι μαθητές με δυσλεξία σε σχέση με τους τυπικούς αναγνώστες έχουν προτίμηση στις λειτουργίες του δεξιού ημισφαιρίου.

Μια ακόμη θεωρία που έχει διατυπωθεί ως προς τις αιτίες της δυσλεξίας είναι το παρεγκεφαλιδικό έλλειμμα (Nicolson, Fawcett, & Dean, 2001). Σύμφωνα με τη θεωρία αυτή, μια παρεγκεφαλιδική ανωμαλία κατά τη γέννηση οδηγεί σε ήπια κινητικά προβλήματα και προβλήματα άρθρωσης. Έτσι, η εξασθενημένη λειτουργία της παρεγκεφαλίδας επηρεάζει και την ανάγνωση και θα μπορούσε να ερμηνεύσει τα συμπτώματα της δυσλεξίας. Επιπλέον, έπειτα από εξετάσεις μαγνητικής τομογραφίας σε παιδιά και εφήβους με και χωρίς δυσλεξία, εντοπίστηκαν διαφορές σε εγκεφαλικές περιοχές, με την παρεγκεφαλίδα να παρουσιάζει τις πιο χαρακτηριστικές δομικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων (Eckert, Leonard, Richards, Aylward, Thomson, & Berninger, 2003).

Τέλος, υπάρχει η μεγαλοκυτταρική θεωρία (Stein, 2001· Stein & Walsh, 1997, ο.α. στο Βλάχος, 2010) η οποία υποστηρίζει ότι τα παιδιά με δυσλεξία εμφανίζουν

δυσκολία στην αισθητηριακή επεξεργασία των ερεθισμάτων, ελάττωμα αντίληψης, αδυναμία επεξεργασίας αισθητηριακών πληροφοριών με ικανοποιητική ταχύτητα. Η μειωμένη ανάπτυξη ενός συστήματος μεγάλων νευρώνων του εγκεφάλου (μεγαλοκύταρρα), υπεύθυνα για τη χρονική αντίληψη και τις κινητικές διεργασίες, μπορεί να οδηγούν σε δυσκολίες στην ανάγνωση, η οποία στηρίζεται στο αντίστοιχο σύστημα και η αδυναμία αυτή μπορεί να δημιουργεί οπτική σύγχυση ή και φτωχή οπτική μνήμη.

Από την άλλη πλευρά οι γνωστικές θεωρίες, αποδίδουν την εμφάνιση της δυσλεξίας σε ελλείμματα σε κάποιες γνωστικές λειτουργίες. Ανάμεσα σε αυτές τις θεωρίες κυρίαρχη θέση έχει αυτή που αποδίδει την αναπτυξιακή δυσλεξία σε έλλειμμα στη φωνολογική επεξεργασία (Shaywitz et al., 1998) λόγω δυσκολιών στην φωνολογική ενημερότητα. Το έλλειμμα αυτό μπορεί να προκύπτει από μια δυσλειτουργία στις περιοχές του αριστερού ημισφαιρίου γύρω από τη σχισμή Sylvius, η οποία σχετίζεται με την φωνολογία και την ανάγνωση.

Σύμφωνα με τον Ramus (2004) υπάρχει ετερογένεια μεταξύ των ατόμων με δυσλεξία, καθώς οι ανωμαλίες σε συγκεκριμένες περιοχές εστίες του φλοιού του εγκεφάλου διαταράσσουν την ανάπτυξη συγκεκριμένων γνωστικών λειτουργιών. Ωστόσο, δεν υπάρχει μια περιοχή υπεύθυνη για τη φωνολογική επεξεργασία που πιθανόν να έχει διαταραχθεί στη δυσλεξία. Το φωνολογικό έλλειμμα των δυσλεκτικών περιγράφεται συνήθως με τρία βασικά στοιχεία: φτωχή φωνολογική συνειδητοποίηση (πρόσβαση και χειρισμός ήχων ομιλίας), αργή λεξική ανάκτηση (γρήγορη σειριακή ονομασία) και φτωχή λεκτική βραχυπρόθεσμη μνήμη (επανάληψη ψηφίων). Καθεμία από αυτές τις φωνολογικές δεξιότητες περιλαμβάνει ένα ολόκληρο δίκτυο των φλοιωδών περιοχών. Επομένως, ανάλογα με το φωνολογικό δίκτυο δεξιοτήτων που επηρεάζεται, υπάρχουν πολλοί τρόποι για να είναι κάποιος δυσλεκτικός (Ramus, 2004).

Μία άλλη θεωρία αυτή του διπλού ελλείμματος (Wolf & Bower, 1999, ο.α. στο Βλάχος, 2010, 2017), αναφέρει ότι εγγενείς δυσλειτουργίες, που αφορούν είτε το φωνολογικό τομέα, είτε μηχανισμούς ταχείας ονομάτισης λέξεων, αποτελούν τη βάση για τις δυσλειτουργίες στην ανάγνωση. Το έλλειμμα στη χρονική επεξεργασία των ερεθισμάτων (Tallal, Stark & Mellits, 1985· Trainor & Trehub, 1989· Farmer & Klein, 1995, ο.α. στο Βλάχος, 2010) υποστηρίζει ότι τα παιδιά με δυσλεξία παρουσιάζουν φωνολογικές, οπτικές και κινητικές δυσκολίες, που ανήκουν στον



τομέα της χρονικής επεξεργασίας ερεθισμάτων. Έτσι, δυσκολεύονται να επεξεργαστούν με ικανοποιητικό τρόπο ακουστικά ή οπτικά ερεθίσματα που εναλλάσσονται γρήγορα. Το έλλειμμα οπτικής επεξεργασίας (Stein & Walsh, 1997) αποδίδει τις αναγνωστικές δυσκολίες σε δυσλειτουργίες του οπτικού συστήματος και στις επακόλουθες δυσκολίες στην αναγνώριση και επεξεργασία των γραμμάτων και λέξεων. Σύμφωνα με τη θεωρία των Nicolson και Fawcett (1990, 1994, 1995, ο.α. στο Βλάχος) η δυσλεξία μπορεί να οφείλεται σε ελλείμματα στον αυτοματισμό, καθώς διαπίστωσαν ότι τα άτομα με δυσλεξία έχουν ελλείμματα σε δεξιότητες όπως η ισορροπία, οι κινητικές δεξιότητες, οι φωνημικές δεξιότητες και η ταχεία επεξεργασία αισθητηριακών ερεθισμάτων. Έτσι, οι δυσλεκτικοί παρουσιάζουν αδυναμίες στην ευχέρεια δεξιοτήτων και έλλειψη αυτοματισμού (αυτόματη ενεργοποίηση δεξιοτήτων). Κατά συνέπεια, δεξιότητες όπως η ανάγνωση και η αριθμητική, δεν πραγματοποιούνται αυτόματα και οι μαθητές δυσκολεύονται παραπάνω από το αναμενόμενο. Μία ακόμη γνωστική θεωρία αναφέρει ότι τα ελλείμματα στην εργαζόμενη μνήμη, επηρεάζουν τον φωνολογικό τομέα, τον οπτικοχωρικό και εμπλέκονται στη δυσλειτουργία της κεντρικής εκτελεστικής μονάδας την μνήμης (Jeffries & Everatt, 2004· Smith-Spark & Fisk, 2007, ο.α. στο Βλάχος, 2010). Τέλος, σύμφωνα με το έλλειμμα στηρίγματος (Ahissar, 2007) τα παιδιά με δυσλεξία παρουσιάζουν αδυναμία σχηματισμού εξειδικευμένων στηριγμάτων (αντίληψη - αντιληπτική μνήμη) για τα ερεθίσματα που λαμβάνουν και έτσι δυσκολεύονται και στην επακόλουθη επεξεργασία αυτών, όταν τα ίδια ερεθίσματα επαναληφθούν (Βλάχος, 2010).

Επιπλέον, σύμφωνα με τον Fletcher (2009) εκτός από γενετική και νευροβιολογική βάση της δυσλεξίας σημαντικό ρόλο παίζουν και περιβαλλοντικοί παράγοντες όπως οι επιδράσεις του οικογενειακού περιβάλλοντος και η ποιότητα της εκπαίδευσης των γονέων (Pennington, 2009, ο.α. στο Fletcher, 2009).

### **1.1.2 Χαρακτηριστικά της δυσλεξίας**

Η δυσλεξία ανεξαρτήτως ορισμού, θεωρείται μια ειδική μαθησιακή δυσκολία, που εκδηλώνεται μέσω της αδυναμίας διαχείρισης ήχων, με δυσκολίες στην ταχεία επεξεργασία ερεθισμάτων και με αδυναμίες στην ανάγνωση και στην ορθογραφία (Grigorenko, 2001). Όσον αφορά στις αναγνωστικές δυσκολίες, σύμφωνα με τον Duncan (2018) τα άτομα αυτά λόγω φωνολογικών δυσκολιών και δυσκολιών σε

φωνημικό επίπεδο, παρουσιάζουν λάθη αποκωδικοποίησης κατά την ανάγνωση ή/και αργή αποκωδικοποίηση.

Για να θεωρηθεί ένα άτομο δυσλεκτικό πρέπει να υπάρχει διαφορά μεταξύ του νοητικού δυναμικού και της σχολικής επίδοσης του (Πολυχρονοπούλου, 2003), να έχει φυσιολογικό μέσο όρο νοημοσύνης, να έχει φυσιολογική όραση και ακοή και να μην υπάρχει οποιαδήποτε αισθητηριακή, κινητική βλάβη ή άλλη σοβαρή νευρολογική ή φυσική αδυναμία. Θα πρέπει να μην υπάρχουν σοβαρές συναισθηματικές και κοινωνικές διαταραχές και να υπάρχουν επαρκείς ευκαιρίες μάθησης. Επιπλέον, δεν πρέπει να υπάρχουν άλλες γενικές μαθησιακές δυσκολίες, που οφείλονται σε άλλους παράγοντες, όπως το χαμηλό κοινωνικο-οικονομικό επίπεδο της οικογένειας του μαθητή ή πολιτισμική αποστέρηση (Vellutino, Fletcher, Snowling & Scanlon, 2004· Πολυχρονοπούλου, 2003).

Σύμφωνα με τον Πόρποδα (1993) υπάρχουν τρεις κατηγορίες χαρακτηριστικών της δυσλεξίας. Αυτές είναι τα ευδιάκριτα χαρακτηριστικά της γενικής συμπεριφοράς, χαρακτηριστικές αδυναμίες στην ανάγνωση και οι δυσκολίες στην γραφή και την ορθογραφία. Σύμφωνα με τους Παυλίδου, Τέλιου & Βλάχο (2017) οι μαθητές με δυσλεξία παρουσιάζουν ελλείμματα σε διάφορους γνωστικούς τομείς καθώς και προβλήματα συμπεριφοράς. Ορισμένα γνωστικά ελλείμματα τα οποία παρουσιάζουν οι μαθητές με δυσλεξία είναι τα ελλείμματα στη φωνολογική επεξεργασία, στην ταχεία ονομάτιση λέξεων, στις ικανότητες οπτικής και ακουστικής προσοχής και επεξεργασίας, ελλείμματα στην οπτικοχωρική αντίληψη και επεξεργασία, ελλείμματα στις εκτελεστικές λειτουργίες, στην εργαζόμενη μνήμη και στην μορφολογική ενημερότητα.

Επιπλέον, οι Barbosa, Rodrigues, Mello και Bueno (2019) αναφέρουν ότι οι μαθητές με δυσλεξία παρουσιάζουν ελλείμματα στις εκτελεστικές λειτουργίες (προσοχή, κ.α.), οι οποίες επηρεάζονται από ελλείμματα στη φωνολογική εργαζόμενη μνήμη. Ωστόσο, όπως αναφέρουν οι Παυλίδου, κ.α. (2017) υπάρχει μεγάλη ετερογένεια στα γνωστικά προφίλ των δυσλεκτικών ατόμων, καθώς δεν παρουσιάζουν όλοι τις ίδιες αδυναμίες και χαρακτηριστικά, ενώ μερικοί παράγοντες που διαφοροποιούν το γνωστικό προφίλ των ατόμων είναι η ηλικία, οι οικογενειακοί παράγοντες και η δομή της γλώσσας που μιλάει ο κάθε μαθητής. Η ετερογένεια μεταξύ των δυσλεκτικών, σύμφωνα με τον Ramus (2004), προβληματίζει τους ερευνητές και προκαλεί διχασμό καθώς υπάρχει ποικιλία των συμπτωμάτων που συνδέονται σταθερά με τη δυσλεξία. Τα άτομα με δυσλεξία μπορεί να παρουσιάζουν

προβλήματα με την ανάγνωση, με τη φωνολογία, αισθητηριακές δυσκολίες στον οπτικό, απτικό και ακουστικό τομέα προβλήματα με τον συντονισμό και την κίνηση. Επιπλέον, η δυσλεξία μπορεί να συνυπάρχει συχνά με άλλες νευροαναπτυξιακές διαταραχές, όπως η συγκεκριμένη γλωσσική δυσλειτουργία (SLI), έλλειμμα προσοχής, διαταραχή υπερκινητικότητας (ADHD) ή δυσπραξία (Ramus, 2004).

## **1.2 Δυσλεξία και μαθηματικά**

Στο πρώτο μέρος της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, παρουσιάστηκε συνοπτικά το φαινόμενο της δυσλεξίας, τα χαρακτηριστικά και τα αίτια της. Στην ενότητα αυτή θα εξετάσουμε κατά πόσο οι αδυναμίες και τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των ατόμων με δυσλεξία μπορούν να έχουν συνέπειες στην ανάπτυξη των μαθηματικών τους δεξιοτήτων.

### **1.2.1 Συνιστώσες των μαθηματικών ικανοτήτων**

Η μαθηματική επάρκεια αποτελείται από την εννοιολογική γνώση και τη γνώση διεργασίας. Η εννοιολογική γνώση αποτελεί τον πυρήνα των μαθηματικών και περιλαμβάνει τις αριθμητικές έννοιες, τις σχέσεις και δομές για την κατανόηση της γλώσσας των μαθηματικών. Για την εφαρμογή των παραπάνω, χρειάζεται η κατάλληλη γνώση διεργασίας. Οι υπολογισμοί και η επίλυση προβλημάτων επίσης προϋποθέτουν την εννοιολογική γνώση (έννοιες, αλγόριθμους), όσο και μεθόδους χειρισμού και επεξεργασίας των δεδομένων, δηλαδή γνώση διεργασίας ή διαδικαστική γνώση (Μπάμπας, Βερμέουλεν, Κιοσέογλου & Μενεξές, 2008· Geary 2004). Όπως αναφέρει ο Geary (2004) οι γλωσσικές και οπτικοχωρικές δεξιότητες είναι σημαντικές για την διαχείριση των πληροφοριών στη μνήμη εργασίας. Κάθε εμπόδιο σε αυτές θα μπορούσε να οδηγήσει σε δυσκολίες στα μαθηματικά και στη διαδικασία επίλυσης προβλημάτων.

Επιπλέον, σύμφωνα με τον Αγαλιώτη (2011) η φύση των μαθηματικών είναι δυαδική και αποτελείται από τη διαδικασία και το προϊόν, αλλά και εποικοδομιστική, καθώς ο μαθητής οδηγείται σταδιακά στη νέα γνώση μέσω της διασύνδεσης και των πρότερων γνώσεων του. Έτσι, για την επιτυχή επίδοση στα μαθηματικά κρίνεται απαραίτητο οι μαθητές να έχουν κατακτήσει όλες τις πτυχές των μαθηματικών, καθώς είναι αλληλένδετες και η μία επηρεάζει την άλλη.

### 1.2.2 Δυσλεξία και δυσκολίες στα μαθηματικά

Τα τελευταία χρόνια αρκετές έρευνες συγκλίνουν ότι οι βασικές δυσκολίες των παιδιών με δυσλεξία εντοπίζονται σε ελλείμματα σε αρκετούς γνωστικούς τομείς, ενώ αρκετές φορές επηρεάζεται και ο τομέας των μαθηματικών (Freda, et al., 2008· Evans, et al., 2014· Chinn, et al., 2001). Σύμφωνα με την Βρετανική Εταιρεία Δυσλεξίας (British Dyslexia Association, 2019) οι δυσλεκτικοί μαθητές μπορεί να έχουν δυσκολίες στα μαθηματικά, όπως σύγχυση της αξίας της θέσης των αριθμών (μονάδων, δεκάδων, κ.λπ.), σύγχυση μεταξύ των συμβόλων (όπως + x), δυσκολία στην απομνημόνευση σε διαδοχική σειρά, πινάκων και αριθμητικών συνδυασμών. Επίσης, μπορεί να έχουν υψηλές επιδόσεις σε ορισμένους τομείς των μαθηματικών, αλλά να χρειάζονται βοήθεια στον υπολογισμό απλών πράξεων. Μπορεί να δυσκολευτούν και να κάνουν εσφαλμένη ανάγνωση ερωτήσεων (σε γραπτές εκφωνήσεις), να δυσκολευτούν στην γρήγορη νοερή απαρίθμηση και στην απομνημόνευση κανόνων και τύπων.

Επιπλέον, η συνύπαρξη της δυσλεξίας με μαθηματικές δυσκολίες μπορεί να έχει συχνότητα από 30 έως 50 % (Miles, Haslum & Wheeler, 2001).

Σύμφωνα με την Henderson (2013) τα άτομα με δυσλεξία αντιμετωπίζουν τη μεγαλύτερη δυσκολία με τη γλώσσα των μαθηματικών και συγκεκριμένα στην ανάγνωση, γραφή, κατανόηση δύσκολων μαθηματικών εννοιών και την κατανόηση γραπτών προβλημάτων. Κάποιες από τις δυσκολίες τους μπορεί να οφείλονται σε ελλείμματα στις μνημονικές ικανότητες, ελλείμματα σε δεξιότητες ακολουθίας και δυσκολίες προσανατολισμού και οργάνωσης (Henderson, 2013). Επιπροσθέτως, αναφέρει συγκεκριμένες δυσκολίες στην κατεύθυνση και αξία των αριθμών στο αριθμητικό σύστημα, στην ακριβή μέτρηση, στην αντιγραφή (όπου παρατηρείται αντιστροφή), δυσκολίες σε βασικούς αριθμητικούς συνδυασμούς, στην αντιστοίχιση συμβόλων (όπως '+') με τη σημασία του (πρόσθεση), σύγχυση μεταξύ αριστερού και δεξιού, δυσκολίες σε τιμές που δείχνουν την ώρα, δυσκολίες στην αξία θέσης αριθμού ή στην αναγνώριση δεκαδικών αριθμών και τέλος δυσκολίες στα κλάσματα και στα ποσοστά (Henderson, 2013).

Αρκετές έρευνες εστιάζουν στη σχέση των φωνολογικών ελλειμμάτων και των αναγνωστικών δυσκολιών των παιδιών με δυσλεξία και των δυσκολιών τους στα μαθηματικά. Οι Träff και Passolunghi (2015) διερεύνησαν εάν οι αναγνωστικές και φωνολογικές δυσκολίες μπορούν να έχουν αρνητικές επιπτώσεις σε πτυχές των μαθηματικών ικανοτήτων των παιδιών με αναπτυξιακή δυσλεξία. Εξέτασαν 64

μαθητές με αναπτυξιακή δυσλεξία (Γ' & Δ' τάξης) και 112 μαθητές τυπικής ανάπτυξης σε δοκιμασίες που αφορούσαν ασκήσεις ανάγνωσης και ορθογραφίας, αποκωδικοποίησης λέξεων, κατανόησης κειμένου και φωνολογικής επίγνωσης. Στα μαθηματικά οι δοκιμασίες αφορούσαν επίλυση πράξεων πρόσθεσης, αφαίρεσης, πολλαπλασιασμών (πολυψήφιων αριθμών), αριθμητικές ισότητες, επίλυση μαθηματικών προβλημάτων με μία ή πολλές πράξεις, εύρεση μεγέθους-αξίας, εξέταση βασικών κανόνων υπολογισμών, και τέλος κατά προσέγγιση εύρεση αποτελέσματος. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι σε γνωστικές δοκιμασίες (φωνολογική ενημερότητα κ.α.) παρουσίασαν πράγματι χαμηλότερες επιδόσεις, ενώ ως προς τις μαθηματικές δοκιμασίες ανέφεραν λιγότερους αριθμούς σε δοκιμασίες ανάκτησης, και σε περισσότερο χρόνο σε σχέση με τους μαθητές της ομάδας ελέγχου. Στην επίλυση μαθηματικών προβλημάτων διέφεραν ως προς την ομάδα ελέγχου, στα προβλήματα που απαιτούσαν πολλά βήματα. Οι δυσκολίες των δυσλεκτικών μαθητών στα προβλήματα που απαιτούν πολλά βήματα, αναφέρεται και από τους Lawson, Croft και Halpin (2003) που επισημαίνουν ότι σε προβλήματα με πολλά βήματα, οι μαθητές με δυσλεξία χάνουν τη σειρά που πρέπει να ακολουθήσουν στις ενέργειες τους και παραβλέπουν τμήματα, αποτυγχάνοντας να συγκρατήσουν χρήσιμες πληροφορίες στο μυαλό τους για να καταφέρουν να λύσουν τελικά το πρόβλημα.

Οι Träff και Passolunghi (2015) επίσης εντόπισαν διαφορές στην οριζόντια επίλυση πράξεων, ενώ δεν εντόπισαν διαφορές στην εκτίμηση κατά προσέγγιση. Σύμφωνα με τους ερευνητές, οι χαμηλότερες επιδόσεις στους τομείς της φωνολογικής επίγνωσης έχουν επίπτωση στην κατάκτηση μαθηματικών δεξιοτήτων, ενώ συγκεκριμένες δεξιότητες που βασίζονται στην φωνολογική αποκωδικοποίηση, όπως η ανάκτηση αριθμητικών δεδομένων ή η επίλυση προβλημάτων επηρεάζονται αρνητικά.

Στην έρευνα τους οι Vukovic, et al. (2010) εξέτασαν μαθητές με δυσλεξία, μαθητές με αναγνωστικές δυσκολίες και μαθητές τυπικής επίδοσης σε μαθηματικές δοκιμασίες (μαθηματική ευχέρεια, υπολογισμούς, επίλυση προβλημάτων). Διαπίστωσαν ότι στα φωνολογικά ελλείμματα αλλά και στις μαθηματικές δεξιότητες, τα παιδιά με δυσλεξία παρουσιάζουν το μεγαλύτερο έλλειμμα, ακόμα και από παιδιά μόνο με αναγνωστικές δυσκολίες. Μάλιστα, αναφέρουν ότι είναι πολύ πιο πιθανό (κατά 5.60, 8.54, 4.98 φορές αντίστοιχα για κάθε δοκιμασία), για τους μαθητές με δυσλεξία να παρουσιάσουν ελλείμματα στους αντίστοιχους τομείς σε σχέση με τους μαθητές της ομάδας ελέγχου.

Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν ότι η μαθηματική επίδοση διαφοροποιείται και ανάλογα με τον τύπο και το βαθμό της αναγνωστικής δυσκολίας (Vukovic, et al., 2010). Αυτό δείχνει να υποστηρίζει και προηγούμενα ευρήματα που υποστηρίζουν ότι οι φωνολογικές διαδικασίες επηρεάζουν την μαθηματική ευχέρεια των παιδιών με δυσλεξία (Simmons & Singleton, 2008).

Οι De Smedt και Boets (2010) σε έρευνα τους σε εφήβους με και χωρίς δυσλεξία εντόπισαν σχέση μεταξύ ελλειμμάτων στη φωνολογική επεξεργασία και ελλείμμάτων στην ανάκτηση αριθμητικών δεδομένων, κυρίως στον πολλαπλασιασμό και στην αφαίρεση. Οι ίδιοι ερευνητές (Boets & De Smedt, 2010) εξέτασαν 13 μαθητές με δυσλεξία και 16 μαθητές τυπικής ανάπτυξης σε πολλαπλασιασμούς και αφαιρέσεις, που απαιτούσαν ανάκτηση αριθμών και χρήση στρατηγικών. Διαπίστωσαν ότι τα παιδιά με δυσλεξία παρουσίασαν χαμηλότερη επίδοση σε πολλαπλασιασμούς και αφαιρέσεις με μονοψήφιο αριθμό, καθώς και μικρότερη ακρίβεια και χρόνο, συνδέοντας την αδυναμία της ανάκτησης με τα ελλείμματα στην φωνολογική επεξεργασία.

Επιπλέον, υπάρχουν έρευνες που επιβεβαιώνουν και θα μπορούσαν να ερμηνεύσουν τη σχέση μεταξύ των αναγνωστικών δυσκολιών που υπάρχουν και σε μαθητές με δυσλεξία (Ramus, 2004· Evans, et al., 2014) και των ελλειμμάτων που πιθανόν παρουσιάζουν οι μαθητές αυτοί στα μαθηματικά. Πιο συγκεκριμένα, οι Lopes-Silva, et al. (2016) στην έρευνα τους επισημαίνουν τη σχέση ανάμεσα σε αναγνωστικές και φωνολογικές δυσκολίες και στην αριθμητική αποκωδικοποίηση, δηλαδή στη σχέση ανάμεσα στη λεκτική μορφή και στην αραβική μορφή των συμβολικών αριθμών. Στόχος τους ήταν να εντοπίσουν κοινούς μηχανισμούς στην γραφή και ανάγνωση συμβολικών αριθμών, εξετάζοντας 172 μαθητές. Διαπίστωσαν ότι η νοημοσύνη, η οπτικοχωρική εργαζόμενη μνήμη, και η φωνημική επίγνωση, αποτελούν προβλεπτικούς παράγοντες για την αποκωδικοποίηση των αριθμών, ενώ η φωνημική επίγνωση, που σχετίζεται με αριθμητικές και λεκτικές δεξιότητες, φαίνεται ότι είναι σημαντικός παράγοντας για συνύπαρξη δυσκολιών στα μαθηματικά σε παιδιά με δυσλεξία.

Οι Evans, et al. (2014) εξέτασαν μαθητές με και χωρίς δυσλεξία σε πράξεις πρόσθεσης και αφαίρεσης, υποθέτοντας ότι οι αδυναμίες που έχουν οι μαθητές με δυσλεξία στην ανάκτηση των αριθμών οφείλονται σε δυσλειτουργία περιοχών του αριστερού ημισφαιρίου. Διαπίστωσαν ότι πράγματι οι μαθητές τυπικής ανάπτυξης χρησιμοποιούσαν για τις δύο πράξεις, περιοχές και των δύο ημισφαιρίων (πρόσθεση

στο αριστερό ημισφαίριο με βάση τους μηχανισμούς της ανάκτησης, αφαίρεση και στα δύο ημισφαίρια, καθώς απαιτεί διαδικαστική σκέψη). Ωστόσο, οι δυσλεκτικοί μαθητές χρησιμοποιούσαν και για τις δύο πράξεις μόνο το δεξιό ημισφαίριο. Αυτό σύμφωνα με τους ερευνητές ενισχύει τις θεωρίες που υποστηρίζουν ότι μειωμένη λειτουργία των γλωσσικών περιοχών του αριστερού ημισφαιρίου (και των μηχανισμών ανάκτησης) οδηγεί τους δυσλεκτικούς σε διαφορετικό χειρισμό των αριθμητικών πληροφοριών μέσω του δεξιού ημισφαιρίου. Έτσι, υποστηρίζουν ότι τα γνωστικά ελλείμματα της δυσλεξίας (στην επεξεργασία του λόγου) εκτείνονται και σε άλλους τομείς, όπως στα μαθηματικά.

Οι Willcutt, McGrath, Pennington, Keenan, DeFries, Olson, και Wadsworth, (2019) στο Κέντρο Ερευνών Μαθησιακών δυσκολιών του Κολοράντο, διερεύνησαν τη συννοσηρότητα στις ειδικές μαθησιακές δυσκολίες στην ανάγνωση, στη γραφή και στα μαθηματικά. Διαπίστωσαν ότι κοινές γενετικές επιρροές μπορεί να έχουν επίδραση και συμβάλλουν στη συνάφεια μεταξύ των πτυχών της ανάγνωσης (αναγνώριση λέξης, ευχέρεια και κατανόηση) και των μαθηματικών (υπολογισμοί, μαθηματική ευχέρεια, επίλυση προβλημάτων).

Οι Ashkenazi, Rubinsten και De Smedt (2017), εξέτασαν ποιοι μηχανισμοί υποστηρίζουν την ανάγνωση και τα μαθηματικά. Αναφέρουν ότι η μη τυπική ανάπτυξη των μαθηματικών συνυπάρχει με αναγνωστικές δυσκολίες, σε μεγαλύτερο βαθμό απ' ό,τι οι δυσκολίες στα μαθηματικά χωρίς συνύπαρξη αναγνωστικών δυσκολιών (Von Aster & Shalev, 2007, ο.α. στο Ashkenazi, Rubinsten & De Smedt (2017), ενώ οι Slot et al. (2016), επισημαίνουν ότι η φωνολογική επίγνωση επηρεάζει και τα μαθηματικά και τις γλωσσικές δεξιότητες και αποτελεί προβλεπτικό παράγοντα και για τους δύο τομείς.

Στην έρευνα τους οι Helland και Asbjørnsen (2004) αναφέρονται στον παράγοντα της γλωσσικής κατανόησης στην επίδοση των μαθηματικών. Συγκεκριμένα, εξέτασαν 37 παιδιά με δυσλεξία και 20 μαθητές τυπικής ανάπτυξης, σε ομάδες ανάλογα με τις δυνατότητες τους στην γλωσσική κατανόηση και στις μαθηματικές ικανότητες. Στόχος ήταν η διερεύνηση της κατανόησης της αξίας θέσης του αριθμού, ενώ περιορίστηκε η βοήθεια μέσω δαχτύλων ή χειλεανάγνωσης του εξεταστή. Τα αποτελέσματα ήταν χαμηλότερα στο δείγμα των παιδιών με δυσλεξία, ενώ επηρεάστηκαν και λόγω του περιορισμού των στρατηγικών. Σημαντική ήταν η κατηγοριοποίηση, καθώς μαθητές με καλή κατανόηση και μαθηματικές ικανότητες δυσκολεύτηκαν στην ανάκληση προς τα κάτω, μαθητές με δυσκολίες στα μαθηματικά

δυσκολεύτηκαν στην ανάκληση και προς τα πάνω και προς τα κάτω, ενώ μαθητές και με γλωσσικά ελλείμματα σημείωσαν γενικότερα χαμηλότερες επιδόσεις από τις άλλες δύο ομάδες. Έτσι, είναι σαφές ότι τόσο η γλωσσική κατανόηση όσο και οι μαθηματικές ικανότητες επηρεάζουν την κατανόηση της αξίας θέσης του αριθμού αλλά και των μαθηματικών γενικότερα (Helland & Asbjørnsen, 2004).

Επιπλέον, όπως αναφέρθηκε και σε προηγούμενες έρευνες οι μαθητές με δυσλεξία χρειάζονται περισσότερο χρόνο κατά την επίλυση των μαθηματικών ασκήσεων. Ο Chinn (1994) εξέτασε 89 παιδιά με δυσλεξία και 91 παιδιά τυπικής ανάπτυξης, στη γνώση αριθμητικών συνδυασμών πρόσθεσης και πολλαπλασιασμού (προπαίδειας) σε χρονομετρημένες δοκιμασίες, ενώ στη συνέχεια δόθηκε επιπλέον χρόνος για τις απαντήσεις. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι πράγματι οι μαθητές με δυσλεξία παρουσίασαν χαμηλότερες επιδόσεις κυρίως στη χρονομετρημένη δοκιμασία. Ωστόσο, ακόμη και με τον επιπλέον χρόνο, και τη βελτίωση της επίδοσης, δεν έφτασαν την επίδοση των παιδιών τυπικής ανάπτυξης. Επιπλέον, διαπιστώθηκε ότι οι μαθητές με δυσλεξία χρησιμοποιούν τη στρατηγική της μέτρησης, καθώς δεν γνωρίζουν τους αριθμητικούς συνδυασμούς.

Σε επόμενη έρευνα του ο Chinn (1995), εξέτασε 122 δυσλεκτικούς μαθητές και 122 τυπικής ανάπτυξης 11-13 ετών, στις βασικές αριθμητικές δεξιότητες της πρόσθεσης, της αφαίρεσης, του πολλαπλασιασμού και της διαίρεσης, σε χρονομετρημένη δοκιμασία. Οι επιδόσεις των παιδιών με δυσλεξία και στην έρευνα αυτή ήταν χαμηλότερες σε σχέση με αυτές των τυπικά αναπτυσσόμενων συμμαθητών τους, χρειάστηκαν περισσότερο χρόνο, ενώ οι μαθητές τυπικής ανάπτυξης τα έλυσαν στο μισό χρόνο. Επίσης, οι μαθητές με δυσλεξία σημείωσαν περισσότερα λάθη σε σχέση με την άλλη ομάδα.

Οι Simmons και Singleton (2006) ερευνώντας 19 εφήβους με δυσλεξία και 19 τυπικής επίδοσης (ηλικίας 20 ετών) στην ανάκληση των αριθμητικών γεγονότων πρόσθεσης, αφαίρεσης και πολλαπλασιασμού, διαπίστωσαν ότι είναι και πιο αργοί και έχουν μικρότερη ακρίβεια στην ανάκληση των αριθμητικών δεδομένων. Οι Turner Ellis et al. (1996) εξέτασαν τις ικανότητες και την ταχύτητα των παιδιών με δυσλεξία στον πολλαπλασιασμό. Χωρισμένοι σε τρεις ηλικιακές ομάδες (9-15 ετών) συγκρίθηκαν με τα παιδιά της ομάδας ελέγχου και αποδείχτηκε ότι αργούν να απαντήσουν στην ανάκληση των αριθμητικών γεγονότων των πολλαπλασιασμών και σε σχέση με τους μεγαλύτερους ηλικιακά συμμαθητές τους.



Στην έρευνα τους οι Reiter, Tucha και Lange, (2005) εξέτασαν 42 παιδιά με δυσλεξία και 42 παιδιά χωρίς δυσλεξία σε εύρος εκτελεστικών λειτουργιών με πλήθος κριτηρίων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι στις περισσότερες εκτελεστικές λειτουργίες υπήρχαν ελλείμματα και κυρίως στην μνήμη. Όσον αφορά στην επίλυση λογικών προβλημάτων (μη λεκτικών) τα παιδιά με δυσλεξία παρόλο που τα έλυσαν με επιτυχία, παρουσίασαν δυσκολία κατά το σχεδιασμό, ενώ χρειάστηκαν και περισσότερο χρόνο.

Σύμφωνα με τους Miles, et al. (2001), οι μαθητές με δυσλεξία παρουσιάζουν αδυναμίες στα μαθηματικά γενικότερα, ενώ μερικοί παρουσιάζουν δυσκολίες στα μαθηματικά μόνο σε συγκεκριμένους τομείς. Στην έρευνα τους εξετάζοντας διάφορες πτυχές της δυσλεξίας σε παιδιά με αναπτυξιακή δυσλεξία 10 ετών (φωνολογική επίγνωση, κατανόηση, μνήμη) και πτυχές των μαθηματικών (ανάκληση, υπολογισμούς, λεξιλόγιο), οι μαθητές με δυσλεξία παρουσίασαν χαμηλότερα ποσοστά, τόσο σε σχέση με το δείγμα των παιδιών τυπικής επίδοσης, όσο και αυτών με χαμηλότερη επίδοση. Ωστόσο, επισημαίνουν ότι οι μαθητές με δυσλεξία είναι πιθανόν να παρουσιάζουν σε κάποιους τομείς δυσκολίες και χαμηλή επίδοση, ενώ σε άλλους να επιτυγχάνουν (Miles, et al., 2001).

Στη συνέχεια γίνεται αναφορά στις δυσκολίες των μαθητών με δυσλεξία στους τρεις τομείς της μαθηματικής επάρκειας (εννοιολογικό, υπολογισμοί, επίλυση προβλημάτων) και στους παράγοντες, που είναι πιθανόν να επηρεάσουν την μαθηματική επάρκεια των μαθητών αυτών.

### **1.2.3 Παράγοντες που επηρεάζουν τη μαθηματική επάρκεια των παιδιών με δυσλεξία**

Οι μαθητές με δυσλεξία παρουσιάζουν αρκετά γνωστικά ελλείμματα και αδυναμίες, όπως προαναφέρθηκε. Ορισμένες από αυτές αποτελούν το αίτιο για πιθανή αποτυχία σε ορισμένες πτυχές των μαθηματικών δεξιοτήτων. Στη συνέχεια γίνεται αναφορά στους παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν την μαθηματική επίδοση των μαθητών με δυσλεξία.

**Οπτική αντίληψη:** Σύμφωνα με τους Politt, Pollock & Waller, (2004) οι δυσλεκτικοί μαθητές συγχέουν διάφορα σύμβολα των μαθηματικών, όπως το σύμβολο της πρόσθεσής '+' με το σύμβολο του πολλαπλασιασμού 'x' ή αυτό της πρόσθεσης '+' με το σύμβολο της διαίρεσης '÷'. Ακόμα, μπερδεύουν και αριθμούς μεταξύ τους, όπως για παράδειγμα το 3 με το 5 και το 6 με το 9 ή μπορεί να τα αντιστρέφουν (Chinn &

Ashcroft, 2017). Επιπλέον, οι ίδιοι ερευνητές επισημαίνουν τη δυσκολία σε ορισμένα σύμβολα όπως  $x^2$  ή  $x^2$  ή άγνοια της υποδιαστολής σε έναν δεκαδικό αριθμό. Επίσης, οι Lawson, et al. (2003) αναφέρουν ότι μπορεί οι μαθητές με δυσλεξία να παρουσιάζουν οπτικές δυσκολίες στην αναγνώριση συμβόλων ή και αντιστροφές όπως  $3/E$  ή  $2/5$  ή  $+/-x$ .

**Προσανατολισμός:** Στο μάθημα των μαθηματικών δεν ισχύουν πάντα οι ίδιοι κανόνες, ενώ μπορεί να υπάρξει σύγχυση στην εφαρμογή των κανόνων και ειδικά στον προσανατολισμό. Παράδειγμα στην εκτέλεση των πράξεων οι μαθητές μαθαίνουν αρχικά να κάνουν πράξεις από δεξιά προς τα αριστερά (όπως στην πρόσθεση) και στη συνέχεια το αντίθετο (πράξεις αριστερά προς δεξιά) (Malmer, 2000). Ωστόσο, καθώς είναι γνωστές οι δυσκολίες των δυσλεκτικών παιδιών με τη διάκριση 'δεξιού' και 'αριστερού' είναι φυσικό να προβληματίζονται, για παράδειγμα, στην πράξη της πρόσθεσης ή της αφαίρεσης αριθμών σε στήλες όπου γίνεται από τα δεξιά στα αριστερά, αλλά η διαίρεση από τα αριστερά στα δεξιά (Miles, 1992). Επιπλέον, ακόμη και η κατεύθυνση μπορεί να προκαλέσει προβλήματα, όπου οι μαθητές θα μπερδέψουν την δεξιά με αριστερή κατεύθυνση (Malmer, 2000), ενώ τέτοιες δυσκολίες μπορεί να οφείλονται και σε οπτικοχωρικά ελλείμματα (Miles, et al., 2001). Επίσης, δυσκολεύονται στην κατεύθυνση (συντεταγμένες) των αρνητικών αριθμών σε σχέση με τους θετικούς αριθμούς (-7 , +7) (Chinn & Ashcroft, 2017).

**Μνήμη:** Αρκετά συχνά οι δυσλεκτικοί έχουν αδυναμίες σε διάφορες όψεις της μνημονικής λειτουργίας σε σχέση με τους συνομήλικούς τους τυπικής ανάπτυξης. Ως εκ τούτου, δυσκολεύονται στις πράξεις που απαιτούν περισσότερα βήματα. Για παράδειγμα, είναι πιθανόν να ξεχνούν τα «κρατούμενα». Επιπλέον, έχει αναφερθεί ότι οι δυσλεκτικοί στα μαθηματικά δυσκολεύονται να θυμηθούν βασικές αριθμητικές πράξεις ή έχουν πρόβλημα με τη βραχυπρόθεσμη μνήμη τους (Chinn et.al., 2001). Οι Boets και De Smedt (2010) αναφέρουν ότι η μνήμη των δυσλεκτικών ατόμων έχει κενά και αυτό δυσχεραίνει ακόμα περισσότερο την απόδοσή τους στα μαθηματικά. Ένας από τους περιορισμούς στα μαθηματικά είναι η αδυναμία του παιδιού για άμεση ανάκληση αριθμών από τη μνήμη και ειδικά στους τομείς της αριθμητικής, που απαιτούν στρατηγικές ανάκτησης με βάση τις λεκτικές-φωνολογικές αναπαραστάσεις. Έτσι, στην έρευνα τους οι Boets και De Smedt (2010) βρήκαν ότι τα παιδιά με δυσλεξία είχαν χαμηλότερες επιδόσεις σε προσθετικές και πολλαπλασιαστικές δομές (πολλαπλασιασμούς και αφαιρέσεις). Αυτό μπορεί να

οφείλεται στο γεγονός ότι ο πολλαπλασιασμός στηρίζεται στην ανάκτηση πληροφοριών, ενώ η αφαίρεση ακολουθεί διαδικαστική σκέψη και διαφορετικό χειρισμό.

Ο Andersson (2007) είχε ως στόχο να διερευνήσει τη συνεισφορά της εργαζόμενης μνήμης στην επίλυση λεκτικών μαθηματικών προβλημάτων. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι αδυναμίες στην εργαζόμενη μνήμη, στην αναγνωστική ικανότητα και στις εκτελεστικές λειτουργίες σχετίζονται με την επίλυση προβλημάτων. Επιπλέον, η εργαζόμενη μνήμη μπορεί να προβλέψει την ικανότητα στην επίλυση μαθηματικών προβλημάτων ανεξάρτητα και από τους άλλους παράγοντες. Στην έρευνα τους οι Rasmussen και Bisanz (2005) εξέτασαν παιδιά προσχολικής ηλικίας και πρώτης τάξης, σε φωνολογικές και οπτικοχωρικές δεξιότητες και κεντρική εργαζόμενη εκτελεστική μνήμη, σε λεκτικά και μη λεκτικά αριθμητικά προβλήματα, ορισμένα εκ των οποίων περιείχαν άσχετες πληροφορίες. Διαπίστωσαν ότι η οπτικοχωρική εργαζόμενη μνήμη, καθώς και η φωνολογική μνήμη αποτελούν προβλεπτικούς παράγοντες για την επίλυση προβλημάτων. Επιπλέον, τα προβλήματα που περιείχαν άσχετες πληροφορίες αποδείχτηκαν πιο δύσκολα (Rasmussen & Bisanz, 2005). Όσον αφορά στις δυσκολίες μνήμης, που παρουσιάζουν οι μαθητές με δυσλεξία και επηρεάζουν ή παρεμποδίζουν την πρόοδο στα μαθηματικά, μπορεί να αποτελεί απόρροια των φωνολογικών δυσκολιών ή της ταχύτητας επεξεργασίας των ήχων (Miles, et al., 2001).

**Ακολουθία:** Σύμφωνα με τους Politt, et al., (2004) η έννοια της ‘σειράς’ είναι απαραίτητη προϋπόθεση για τις μαθηματικές γνώσεις. Οι μαθητές θα πρέπει να μπορούν να μετρούν μπρος και πίσω, ανά ένα, ανά δύο, ανά πέντε κλπ. Επιπλέον, θα πρέπει να είναι σε θέση να ακολουθούν τα περίπλοκα βήματα της διαίρεσης. Όμως, οι δυσλεκτικοί συνηθίζουν να κάνουν λάθη ακολουθίας (π.χ. λάθη σύγχυσης στη σειρά των γραμμάτων μιας λέξης) με συνέπεια να δυσχεραίνεται ακόμα περισσότερο και η μάθηση των μαθηματικών εννοιών και διαδικασιών. Τα λάθη ακολουθίας σχετίζονται και με τα γλωσσικά προβλήματα. Έτσι, σε μια ερώτηση με οδηγία τύπου ‘ Βγάλε 39 από το 92’, παρουσιάζονται οι αριθμοί ανάποδα σε σχέση με τη σειρά που πρέπει να είναι για να γίνει ο υπολογισμός της πράξης, ενώ στην έκφραση ‘92 μείον ή βγάλε 39’ οι αριθμοί παρουσιάζονται με τη σειρά, με την οποία όντως γίνεται ο υπολογισμός της διαφοράς (Politt, et al., 2004). Επιπλέον, δυσκολίες στον τομέα αυτό μπορεί να οφείλονται στο ότι πολλές δεξιότητες ακολουθίας δεν είναι αυτοματοποιημένες στα παιδιά με δυσλεξία (Fawcett & Nicolson, 1999).

**Ταχύτητα:** Σύμφωνα με τους Chinn και Ashcoft (2017), η ταχύτητα αποτελεί έναν σημαντικό παράγοντα στην επίλυση μαθηματικών προβλημάτων. Οι Simmons και Singleton (2006) αναφέρουν συγκεκριμένα ότι οι μαθητές με δυσλεξία είναι πιο αργοί στην ανάκτηση αριθμητικών δεδομένων, ενώ οι De Smedt και Boets (2010) επισημαίνουν τη σχέση μεταξύ ελλειμμάτων στη φωνολογική επεξεργασία στους μαθητές με δυσλεξία και ελλείμματα τους στην ανάκτηση αριθμητικών γεγονότων. Επιπλέον, και από τις έρευνες που προαναφέρθηκαν (Chinn, 1994, 1995· Turner Ellis et al., 1996· Reiter, et al., 2005) φαίνεται ότι οι μαθητές με δυσλεξία χρειάζονται περισσότερο χρόνο για την ολοκλήρωση μαθηματικών δεξιοτήτων.

## **1.2.4 Δυσκολίες σε συνιστώσες της μαθηματικής επάρκειας**

### **1.2.4.1 Δυσκολίες στον εννοιολογικό τομέα**

Στα μαθηματικά χρησιμοποιείται συγκεκριμένο λεξιλόγιο και ορολογία, και δυσκολίες στον τομέα αυτό αποτελούν σημαντικό παράγοντα αποτυχίας (Politt, et al., 2004). Σύμφωνα με τον Orton (2004, ο.α. στο Αγαλιώτης, 2011) το λεξιλόγιο που χρησιμοποιείται στα μαθηματικά είναι τριών ειδών α) λέξεις με ειδικό μαθηματικό νόημα (μαθηματική ορολογία όπως εμβασόν κ.α.) β) λέξεις που χρησιμοποιούνται και στα μαθηματικά και στην καθημερινή ζωή (όπως διαφορά, πίνακας κ.α.) και γ) λέξεις που χρησιμοποιούνται και στα δύο περιβάλλοντα με την ίδια σημασία (όπως προσθέτω, υπόλοιπο κ.α.).

Στην μαθηματική ορολογία υπάρχουν λέξεις όπως ‘περίμετρος’, ‘εμβασόν’ κ.α. οι οποίες όμως σε ορισμένες περιπτώσεις είναι άγνωστες και μη οικείες σε μαθητές με δυσλεξία. Όμως η ορολογία των μαθηματικών πρέπει να γίνει πλήρως κατανοητή από τους μαθητές, πριν προχωρήσουν σε υπολογισμούς, καθώς πρόκειται για έννοιες που δεν χρησιμοποιούνται σε άλλα πλαίσια ή στην καθημερινή ζωή και έτσι είναι πιο δύσκολο να απομνημονευτούν (Politt, et al., 2004).

Επιπλέον, στα μαθηματικά είναι δυνατόν μια πράξη ή διαδικασία να περιγράφεται με πολλούς τρόπους για παράδειγμα για τον πολλαπλασιασμό μπορεί να δοθεί η λέξη ‘πολλαπλασιασμός’, ‘φορές’, ‘γινόμενο των αριθμών’, ‘επί’ ή αντίστοιχα για την πράξη της πρόσθεσης οι λέξεις ‘πρόσθεση’, ‘αύξηση’, ‘συν’, ‘άθροισμα’, οι οποίες είναι ισοδύναμες. Μάλιστα, οι αναπαραστάσεις αυτών των πράξεων με τα αντίστοιχα σύμβολα (x) (+) μπορεί να μπερδέψει τους μαθητές με δυσλεξία που αντιμετωπίζουν οπτικοχωρικές δυσκολίες, (στην κατανόηση της αντιστοίχισης συμβόλων - πράξεων πριν την εκτέλεση) (Politt, et al., 2004).

Επίσης, οι μαθητές με δυσλεξία μπορεί να παρουσιάζουν δυσκολίες στην αποκωδικοποίηση του γραπτού λόγου που περιλαμβάνει ‘οδηγίες’ περίπλοκες ή αντίστροφες από τις συνήθειες που χρησιμοποιούν, όπως αντί ‘92 βγάζω 39’ που παραπέμπει σε αφαίρεση να εκφραστεί ‘39 από 92’. Επομένως, ακόμη και η ευκολία και η ευχέρεια του παιδιού με το λεξιλόγιο και την ορολογία των μαθηματικών αποτελεί σημαντικό παράγοντα επιτυχίας, καθώς αποτελεί τη βάση για την εκτέλεση τόσο των αλγορίθμων, καθώς οι οδηγίες λαμβάνονται από τον γραπτό λόγο, όσο και για την επίλυση μαθηματικών προβλημάτων (Politt, et al., 2004). Επιπλέον, η Henderson (2013) αναφέρει ότι οι δυσλεκτικοί μαθητές αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην ακριβή ανάγνωση μαθηματικών προβλημάτων και με τους αριθμούς που είναι γραμμένοι με λέξεις, ή με αριθμούς, όπως η ταχύτητα σε ένα μετρητή, η θερμοκρασία σε ένα θερμομέτρο, ο προσανατολισμός και τα στοιχεία στο χάρτη, και κατανόηση της αντιστοίχισης, του 13/δεκατρία ή 31/τριάντα ένα. Επιπλέον, μπορεί να δυσκολευτούν να θυμηθούν πως προφέρονται κάποιες γραπτές λέξεις αριθμών, όπως αυτές που αναφέρθηκαν.

#### **1.2.4.2 Δυσκολίες στους υπολογισμούς**

Σύμφωνα με τον Miles (1992) οι δυσκολίες διάκρισης αριστερού-δεξιού που αντιμετωπίζουν τα δυσλεκτικά άτομα, μπορεί να επηρεάζουν την ακρίβεια των υπολογισμών τους. Ακόμη, μπορεί οι δυσλεκτικοί μαθητές να χάνουν τη θέση ή τη σειρά αριθμών, όταν τους προσθέτουν κατά στήλες (Miles, 1992). Επιπλέον, οι δυσκολίες μνήμης επηρεάζουν την επίδοση στις αριθμητικές πράξεις. Ειδικά στους νοερούς υπολογισμούς, που απαιτούν δεξιότητες μνήμης, οι μαθητές με δυσλεξία παρουσιάζουν δυσκολίες (Politt, et al., 2004). Για την αντιμετώπιση των δυσκολιών αυτών, καταφεύγουν σε αντισταθμιστικές στρατηγικές. Για παράδειγμα κάνουν υπολογισμούς με τα δάκτυλά τους ή κρατούν σημειώσεις (Miles, 1992). Οι δυσλεκτικοί μαθητές παρουσιάζουν δυσκολίες στην εκμάθηση της προπαίδειας και είναι πιθανόν κατά τη διάρκεια που γράφουν ή λένε την προπαίδεια να χάσουν τη σειρά ή να μπερδέψουν τη σειρά των αριθμών (Miles, 1992).

Σύμφωνα με ερευνητές (Henderson, 1998· Thomson, 1991· Vukovic, Lesaux, Siegel, 2010· Yeo, 2001, ο.α. στο Αγαλιώτης, 2011) οι τέσσερις πράξεις είναι μια δύσκολη περιοχή για τους μαθητές με δυσλεξία, καθώς μπορεί να κάνουν αρκετά λάθη εκτέλεσης, όπως αντιστροφές (6-9), σύγχυση συμβόλων (κατά την αντιστοίχιση

τους με τις πράξεις), δυσκολίες με τους πίνακες πολλαπλασιασμού, και δυσκολίες που οφείλονται στους παράγοντες που προαναφέρθηκαν. Παράδειγμα, λόγω μνημονικών δυσκολιών, όπως αναφέρθηκε, οι μαθητές μπορεί να ξεχάσουν τα κρατούμενα ή τα δανεικά (Chinn et.al., 2001), ενώ οι οπτικοχωρικές δυσκολίες μπορεί να οφείλονται για λάθη στην αξία θέσης των αριθμών ή την τοποθέτηση τους στις στήλες (Miles,1992). Επιπλέον, σύμφωνα με τους Vukovic et al., (2010) είναι πολύ πιο πιθανό οι μαθητές με δυσλεξία να κάνουν λάθη στους υπολογισμούς σε σχέση με τυπικά αναπτυσσόμενους μαθητές.

#### **1.2.4.3 Δυσκολίες στην επίλυση προβλημάτων**

Όπως προαναφέρθηκε, υπάρχει πλήθος ερευνών που εξετάζουν την επίδοση των παιδιών με δυσλεξία στα μαθηματικά, ωστόσο δεν έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές έρευνες για τις δυσκολίες των παιδιών με δυσλεξία στην επίλυση των μαθηματικών προβλημάτων. Ωστόσο, η επίλυση μαθηματικών προβλημάτων είναι ένας δύσκολος τομέας για τους μαθητές με δυσλεξία εξαιτίας των αδυναμιών τους στην κατανόηση των δομών και σχέσεων που εκφράζονται μέσω του γλωσσικού κώδικα (Αγαλιώτης, 2011). Επίσης, είναι πιθανόν να παρουσιάζουν αρκετές δυσκολίες που επηρεάζουν την επίλυση μαθηματικών προβλημάτων όπως δυσκολίες στην ανάγνωση (Vukovic et al., 2010) στην κατανόηση (Helland & Asbjørnsen, 2004), στην ανάκτηση αριθμητικών δεδομένων (Träff & Passolunghi, 2015), μνημονικές αδυναμίες (Boets & De Smedt, 2010), δυσκολίες στη γνώση αλγορίθμων και υπολογισμών (Miles, 1992· Politt, et al., 2004· Vukovic et al., 2010) κ.α.. Έτσι, είναι σημαντικό να εντοπισθούν οι δυσκολίες των παιδιών αυτών στα μαθηματικά και συγκεκριμένα στον τομέα της επίλυσης μαθηματικών προβλημάτων, ώστε να αναδειχθούν οι περιοχές στις οποίες τα παιδιά με δυσλεξία χρειάζονται ενίσχυση και εκπαιδευτική βοήθεια.

#### **i) Παράγοντες που επηρεάζουν την επίλυση μαθηματικών προβλημάτων**

Σύμφωνα με τον Reusser (1989, ο.α. στο Vlahović-Štetić et al., 2004), υπάρχουν τουλάχιστον τέσσερις αιτίες για τις δυσκολίες που αντιμετωπίζουν τα παιδιά κατά την επίλυση λεκτικών μαθηματικών προβλημάτων. Η πρώτη είναι η μη κατανοητή λεκτική διατύπωση του προβλήματος, η δεύτερη είναι η κατάσταση που παρουσιάζει το πρόβλημα, που μπορεί να μην είναι γνώριμη στο παιδί, όπως κάποιο γεγονός ή οι σχέσεις μεταξύ των χαρακτήρων. Η τρίτη δυσκολία μπορεί να είναι η έλλειψη από το

μαθητή γνώσης εννοιολογικών σχέσεων μεταξύ των δεδομένων και τέταρτη δυσκολία είναι οι μη ανεπτυγμένες αριθμητικές δεξιότητες που απαιτούνται για την καταμέτρηση και για την επίλυση προβλημάτων. Σύμφωνα με τους Tambychik και Meerah (2010) η έλλειψη βασικών μαθηματικών δεξιοτήτων οδηγεί σε δυσκολίες κατά την επίλυση μαθηματικών προβλημάτων. Στην έρευνα τους θέτουν πέντε τύπους μαθηματικών δεξιοτήτων στις οποίες είναι πιθανόν να παρουσιάζεται αδυναμία από ορισμένους μαθητές: 1) Γνώση αριθμητικών γεγονότων (πινάκων, μαθηματικών αρχών-κανόνων) 2) Αριθμητικές δεξιότητες (ακρίβεια, αλγόριθμοι, υπολογιστικές δεξιότητες, διαδικαστική γνώση) 3) αναγνώριση των πληροφοριών (σύνδεση τους και μετατροπή της εκφώνησης σε μαθηματική πρόταση) 4) γλωσσικές δεξιότητες (επάρκεια ορισμών, σχέση μεταξύ τους) και 5) οπτικοχωρικές δεξιότητες (δυνατότητα απεικόνισης μαθηματικών εννοιών και χειρισμού των γεωμετρικών σχημάτων). Η ελλιπής γνώση των αριθμητικών γεγονότων, η αδυναμία στον υπολογισμό, η αδυναμία σύνδεσης των εννοιολογικών πτυχών των μαθηματικών, η αδυναμία στη μεταφορά και γενίκευση της γνώσης, η αδυναμία μετασχηματισμού σε γλωσσικές πληροφορίες, η ατελής γνώση των μαθηματικών όρων και η ελλιπής κατανόηση της μαθηματικής γλώσσας μπορούν να οδηγήσουν σε δυσκολίες σε διάφορα σφάλματα και σύγχυση στη διαδικασία επίλυσης προβλημάτων (Garnett 1998, Nathan et al., 2002, ο.α. στο Tambychik & Meerah, 2010).

Οι Vlahović-Štetić, et al. (2004) στην έρευνα τους εξέτασαν παιδιά νηπιαγωγείου, Α' και Β' δημοτικού, σε προβλήματα αλλαγής και σύγκρισης, με νόημα, είτε ουδέτερο, είτε οικείο σε σχέση με την καθημερινή τους ζωή. Υπέθεσαν ότι η ηλικία των μαθητών, ο τύπος του προβλήματος (αλλαγής - σύγκρισης) καθώς και το νόημα της ιστορίας επηρεάζει την επίδοση στην επίλυση λεκτικών μαθηματικών προβλημάτων. Τα αποτελέσματα τους έδειξαν ότι και η ηλικία έχει σημαντική επίδραση, καθώς τα μεγαλύτερα παιδιά είχαν καλύτερη επίδοση. Επίσης, τα προβλήματα που είναι πιο οικεία στη ζωή των παιδιών είναι πιο πιθανό να τα λύσουν και τέλος, ο τύπος των προβλημάτων είναι επίσης ένας σημαντικός παράγοντας, καθώς τα προβλήματα αλλαγής έχουν αποδειχθεί να είναι πιο εύκολα από τα προβλήματα σύγκρισης. Ενώ, γενικότερα τα προβλήματα σύγκρισης είναι πιο δύσκολα (Riley, Greeno, Heller, 1983 ο.α. στο Αγαλιώτης, 2011) και από τα προβλήματα αλλαγής και από τα προβλήματα συνδυασμού (Vlahović-Štetić, 2004).

Επίσης, οι αναγνωστικές δυσκολίες μπορεί να επηρεάσουν την επίδοση στα μαθηματικά. Οι Lawson, et al., (2003) αναφέρουν ότι οι δυσλεκτικοί μαθητές

δυσκολεύονται να διαβάσουν κείμενα μαθηματικών προβλημάτων, και ειδικά όταν αυτά είναι μακροσκελή. Εάν διαβάσουν το κείμενο μπορεί να είναι αργοί αναγνώστες, ή με απουσία ευχέρειας, ενώ μπορεί να υπάρχει και απουσία κατανόησης. Σύμφωνα με άλλους ερευνητές (Malmer, 2000) για πολλούς μαθητές η ανάγνωση των οδηγιών και των λεπτομερειών του κειμένου είναι το πιο σοβαρό εμπόδιο. Για το δυσλεκτικό μαθητή, η αποκωδικοποίηση των λέξεων απαιτεί τόση ενέργεια, με αποτέλεσμα μέχρι να αποκωδικοποιηθεί το κείμενο να μειώνεται σημαντικά η κατανόηση ή να μην είναι πλήρης. Η διατύπωση στα μαθηματικά κείμενα είναι συχνά τόσο συμπεριεσμένη, που η κάθε λέξη έχει νόημα για την επίλυση του προβλήματος. Ο Smith (1996, ο.α. στο Chinn & Ashcroft, 2017), αναφέρει ότι ένα λάθος που γίνεται από τους δυσλεκτικούς μπορεί να οφείλεται ακόμη και σε μικρές αλλαγές στη διατύπωση, και ειδικά στη σειρά των αριθμών, όταν πρόκειται για αφαίρεση. Ωστόσο, όπως αναφέρει η Malmer (2000) οι μαθητές είναι πιθανόν να λύσουν μαθηματικά προβλήματα παρά τη χαμηλή μαθηματική τους επίδοση, εάν αυτά παρουσιαστούν με άλλο τρόπο, αναφέροντας μάλιστα μια μελέτη περίπτωσης ενός μαθητή που έλυσε πρακτικά ένα πρόβλημα, που αδυνατούσε να λύσει με λεκτικές πληροφορίες (Malmer, 2000).

Επιπροσθέτως, οι Vukovic et al., (2010) ανέφεραν ότι είναι πιο πιθανό οι μαθητές με δυσλεξία να δυσκολευτούν στην επίλυση προβλημάτων σε σύγκριση με τους τυπικής ανάπτυξης συμμαθητές τους, ακόμη και όταν τα ακούν από άλλον και απαιτείται ακουστική κατανόηση.

## **ii) Στρατηγική επίλυσης**

Μία παράμετρος που μπορεί να επηρεάζει την επίλυση μαθηματικών προβλημάτων είναι η στρατηγική επίλυσης που χρησιμοποιείται. Σύμφωνα με τους Hegarty, Mayer και Monk (1995) οι αποτελεσματικοί λύτες χρησιμοποιούν διαφορετικές στρατηγικές για την επίλυση προβλημάτων σε σχέση με τους μη αποτελεσματικούς λύτες. Συγκεκριμένα, λόγω των δυσκολιών στην κατανόηση και πιθανόν και στην ανάγνωση, οι μη αποτελεσματικοί λύτες συλλέγουν πληροφορίες που αφορούν λέξεις ή αριθμούς μέσα στο πρόβλημα, χωρίς πλήρη κατανόηση του προβλήματος, με σκοπό να απαντήσουν, επιλέγοντας πράξεις που ορίζουν οι λέξεις-κλειδιά (direct translation strategy).

Ωστόσο, με τον τρόπο αυτό οι μαθητές μπορεί να παραπλανηθούν, επιλέγοντας μια πράξη (όπως πρόσθεση), αναγνωρίζοντας τη λέξη «περισσότερο», ενώ χρειάζεται να γίνει αφαίρεση. Επιπλέον, μπορεί να γίνουν λάθη λόγω άσχετων πληροφοριών,



καθώς ο μαθητής, χωρίς κατανόηση του προβλήματος, χρησιμοποιεί όσες πληροφορίες και αριθμούς αναγνωρίζει (Littlefield & Rieser, 1993· Low & Over, 1989,1990, ο.α. στο Hegarty, et al., 1995).

Αντιθέτως, οι αποτελεσματικοί λύτες εστιάζουν συνολικά στη σημασιολογική δομή και στο πλήρες νόημα, που δημιουργεί η συνολική εικόνα του προβλήματος, σχεδιάζοντας έτσι τη λύση (problem model strategy). Έτσι, ο μαθητής πριν καταλήξει στην ποσοτική λύση του προβλήματος, επεξεργάζεται ποιοτικά το πρόβλημα εντοπίζοντας τα σημαντικά στοιχεία και τις σχέσεις και καταλήγει έτσι στην σωστή λύση. Φυσικά, δεν είναι απόλυτο ότι οι αποτελεσματικοί λύτες και οι μη αποτελεσματικοί λύτες χρησιμοποιούν και την αντίστοιχη στρατηγική που αναφέρθηκε. Ωστόσο, ο κάθε μαθητής ανάλογα με τον τρόπο που επεξεργάζεται τα προβλήματα μπορεί να χρησιμοποιεί μία από τις παραπάνω στρατηγικές.

### **iii) Μαθησιακό στυλ παιδιών με δυσλεξία**

Ένας επιπλέον παράγοντας που πιθανόν επηρεάζει τη λύση προβλημάτων είναι το μαθησιακό στυλ του κάθε μαθητή. Σημαντικό ρόλο παίζει η διαδικασία επεξεργασίας των πληροφοριών και ο τρόπος σκέψης κατά την επίλυση μαθηματικών προβλημάτων, καθώς κάθε μαθητής μπορεί να διαχειρίζεται ένα πρόβλημα με διαφορετικό τρόπο (Chinn & Ashcroft, 2017). Οι Chinn et.al.(2001) στη έρευνα τους σε μαθητές με δυσλεξία στην Ολλανδία, στην Ιρλανδία και στο Ηνωμένο Βασίλειο, ηλικίας 9-13 χρόνων, διερευνώντας το μαθησιακό στυλ των μαθητών με δυσλεξία στα μαθηματικά σε σχέση με τους συνομήλικούς τους χωρίς δυσλεξία, βασίστηκαν στα δύο είδη επίλυσης προβλημάτων των Bath, Chinn και Knox (1986) και των Chinn και Ashcroft (1998).

Στο πρώτο είδος μαθησιακού στυλ («inchworms» όπως αναφέρεται), ο μαθητής προσεγγίζει το μαθηματικό πρόβλημα βήμα προς βήμα, προσεκτικά και αναλυτικά με λογικά βήματα. Ο μαθητής επικεντρώνεται στις λεπτομέρειες του προβλήματος ακολουθώντας τους κανόνες, στηριζόμενος σε δεδομένες μεθόδους για την επίλυση και επιλέγει ένα σχετικό τύπο βάσει των διαδικασιών που ήδη γνωρίζει. Ο δεύτερος τύπος μάθησης είναι ποιοτικός («grasshopper» όπως αναφέρεται). Ο μαθητής δε χρησιμοποιεί λογικές προσεγγίσεις κατά την επίλυση και δεν εφαρμόζει καμιά μεθοδολογία, αλλά προσπαθεί άμεσα να βρει τη λύση. Εκτιμά μια απάντηση βάσει των δεδομένων ή περιορίζει ένα εύρος απαντήσεων και είναι ολιστικός προσπαθώντας να παραβλέψει στοιχεία και να περιοριστεί σε όσα συνδέει άμεσα

μεταξύ τους. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι οι δυσλεκτικοί μαθητές παρουσίαζαν πολύ πιο έντονα χαρακτηριστικά των αναλυτικών τύπων από ότι οι μη δυσλεκτικοί συνομήλικοί τους. Ωστόσο, η τάση αυτή των δυσλεκτικών παιδιών προς το γνωστικό ύψος των αναλυτικών, δεν προέρχεται από το γεγονός ότι οι μαθητές με δυσλεξία προτιμούν αυτό το μαθησιακό στυλ, αλλά από το γεγονός ότι νοιώθουν ασφάλεια ακολουθώντας μια ίδια διαδικασία και με σκοπό την αποφυγή λαθών (Chinn & Ashcroft, 2017). Οι δυσλεκτικοί μαθητές προτιμούν να εφαρμόσουν μια μέθοδο, που ελπίζουν ότι θα τους αποφέρει τα επιθυμητά αποτελέσματα. Συνεπώς, για την επίλυση ενός προβλήματος οι δυσλεκτικοί μαθητές θα εφαρμόσουν την 'ασφαλή' διαδικαστική επιλογή (Chinn et.al., 2001).

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, οι δυσλεκτικοί στα μαθηματικά δυσκολεύονται να θυμηθούν βασικές αριθμητικές πράξεις ή έχουν πρόβλημα με τη βραχυπρόθεσμη μνήμη τους, που τους ταλαιπωρεί κατά την επίλυση προβλημάτων. Έτσι, αισθάνονται ασφάλεια, όταν εφαρμόζουν μια ήδη δοκιμασμένη διαδικασία, καθώς αυτό ενδυναμώνει τη μνημονική τους ικανότητα. Δεν επιθυμούν να δοκιμάζουν νέες μεθόδους, και αξιοποιούν αυτή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί πιο εύκολα. Αυτός είναι και ο λόγος, που οι δυσλεκτικοί μαθητές τείνουν να ανήκουν στο γνωστικό προφίλ που αντιπροσωπεύει τους inchworms (αναλυτικοί τύποι) (Chinn et.al., 2001).

#### **iv) Τύποι μαθηματικών προβλημάτων**

Τέλος, οι τύποι μαθηματικών προβλημάτων είναι επίσης ένας παράγοντας που επηρεάζει την επίλυση προβλημάτων, όπως ήδη προαναφέρθηκε σε προηγούμενη έρευνα (Vlahović-Štetić, et al., 2004). Τα λεκτικά μαθηματικά προβλήματα, αποτελούν ένα σημαντικό μέρος των μαθηματικών που διδάσκονται οι μαθητές στο δημοτικό και ταυτόχρονα ένας τομέας που αρκετοί μαθητές παρουσιάζουν δυσκολίες (Year & Kaur, 2001). Οι Verschaffel, Greer, και De Corte (2000, ο.α. στο Year & Kaur, 2001), αναφέρουν ότι διαδικασία στην οποία πρέπει να εμπλέκονται οι μαθητές λύνοντας μαθηματικά προβλήματα είναι η κατανόηση των σημασιολογικών στοιχείων.

Η Marshall (1995, ο.α. στο Year & Kaur, 2001) κατηγοριοποίησε τα προβλήματα ανάλογα με την κατάσταση που περιγράφεται και τη σημασιολογική τους δομή και όχι με την πράξη. Έτσι, είναι πιθανόν προβλήματα που απαιτούν διαφορετικούς υπολογισμούς να έχουν κοινή σημασιολογική δομή.

Οι τύποι των προβλημάτων ανάλογα με τη δομή τους είναι η εξής (Marshall, 1995)

**Προβλήματα αλλαγής:** Στα προβλήματα αυτά, υπάρχει μια αρχική ποσότητα, η οποία σύμφωνα με τις πληροφορίες του προβλήματος, αυξάνεται ή μειώνεται. Ο μαθητής εντοπίζει και διατυπώνει την τελική κατάσταση που προκύπτει από την αλλαγή αυτή και δημιουργεί τη νέα ποσότητα (*Ο Χ. είχε 600 κάρτες, έδωσε τις 100. Πόσες έχει τώρα;*).

**Προβλήματα συνδυασμού:** Στα προβλήματα αυτά υπάρχουν κάποιες ποσότητες οι οποίες δεν αυξάνονται και δεν αλλάζουν, ούτε συγκρίνονται αλλά κατηγοριοποιούνται ανάλογα με τη σημασιολογική τους δομή. Η απάντηση μπορεί να αφορά το άθροισμα μικρότερων διαφορετικών υποκατηγοριών. Για παράδειγμα: *«Υπάρχουν 45 παιδιά, 13 άντρες και 8 γυναίκες. Πόσοι είναι όλοι;»*, Στο πρόβλημα αυτό δεν αυξάνεται η ίδια ποσότητα των αντρών, αλλά πρόκειται για ένα άθροισμα διαφορετικών πληθυσμών, σταθερών ποσοτήτων. *«Ο Κώστας έχει 15 κάρτες, οι 10 αφορούν το ποδόσφαιρο και οι υπόλοιπες το μπάσκετ. Πόσες αφορούν το μπάσκετ;»* Η απάντηση μπορεί να βρεθεί γνωρίζοντας ο λύτης τη μια κατηγορία καρτών.

**Προβλήματα σύγκρισης:** Στα προβλήματα αυτά όπως και στην προηγούμενη κατηγορία, οι αριθμητικές ποσότητες δεν μεταβάλλονται, αλλά στόχος είναι ο μαθητής, να διαπιστώσει τη σχέση μεταξύ τους, και να συγκρίνει το μέγεθος τους (μεγαλύτερος - μικρότερος). Για παράδειγμα: *«Η Μαρία έχει 28 μπίλιες, ενώ η Ελένη 31, ποια έχει περισσότερες;»* Ο Stern (1993), επισημαίνει ότι οι δυσλεκτικοί αντιμετωπίζουν δυσκολίες με τις λέξεις που εισάγουν την έννοια της σύγκρισης.

#### **Προβλήματα με ποικιλία μεταξύ των δεδομένων**

Στα προβλήματα αυτά παρουσιάζονται πληροφορίες και αριθμητικά δεδομένα ως δύο διαφορετικές αριθμητικές ποσότητες που συνδέονται και χωρίς να ενωθούν ή να αυξηθούν δημιουργούν τη νέα τιμή. Παράδειγμα *«Η Μ. έχει 25 μπισκότα και τα χωρίζει σε 5 κουτιά. Πόσα μπισκότα βρίσκονται στο κάθε κουτί;»* Οι δύο ποσότητες δεν μεταβάλλονται, ο μαθητής εντοπίζει πως βγαίνει το ζητούμενο από αυτά τα δεδομένα (διαίρεση) και δημιουργεί τη νέα ποσότητα χωρίς να αλλάξουν οι προηγούμενες.

#### **Προβλήματα μετατροπής - επαναδιατύπωσης**

Στα προβλήματα αυτά, ο μαθητής μπορεί να περιγράψει την νέα τιμή, ως προς τη σχέση του με την αριθμητική τιμή που γνωρίζει. Οι τιμές πρέπει να αναφέρονται στην ίδια μονάδα μέτρησης, ώστε ο μαθητής να μην εστιάσει σε πιθανή μετατροπή της μονάδας μέτρησης, αλλά στην εύρεση της νέας τιμής, από τη σχέση της με την ήδη γνωστή τιμή. Παράδειγμα: *«ο Γ. έχει 34€ και ο Κ. έχει 20 ευρώ περισσότερα. Πόσα*

έχει ο  $K$ ;». Έτσι, ο μαθητής μπορεί κάθε φορά να βρίσκει, σαν μια συνάρτηση, την τιμή μίας μεταβλητής με την αντίστοιχη τιμή της άλλης, καθώς και τη σχέση μεταξύ τους.

Μία άλλη κατηγοριοποίηση των τύπων των προβλημάτων είναι αντίστοιχα αυτή των Riley, Greeno, και Heller (1983, ο.α. στο Αγαλιώτης) ως εξής:

- Προβλήματα αλλαγής
- Προβλήματα συνδυασμού
- Προβλήματα σύγκρισης
- Προβλήματα εξομοίωσης

Για την επίλυση οποιουδήποτε μαθηματικού προβλήματος, ο μαθητής πρέπει πρώτα να κατανοεί τη σημασιολογική δομή και τις σχέσεις μεταξύ των δεδομένων. Διαφορετικά δεν είναι δυνατή η επίλυση του κάθε προβλήματος. Δυσκολίες στην κατανόηση μπορούν να οδηγήσουν σε ελλιπή κατανόηση των σχέσεων μεταξύ των δεδομένων. Επίσης, πολλά προβλήματα, ειδικά στις μεγαλύτερες τάξεις του δημοτικού, μπορεί να περιέχουν περισσότερες από μια σημασιολογικές σχέσεις και να απαιτούν περισσότερους από έναν τύπο προβλημάτων. Έτσι, τα λάθη μπορεί να βασίζονται στους τύπους των σημασιολογικών σχέσεων, και στον αριθμό αυτών, καθώς μπορεί να υπάρχουν παραπάνω από μία σημασιολογικές σχέσεις, όταν υπάρχουν ταυτόχρονα παραπάνω ζητούμενα καθώς επίσης σημαντική είναι και η φύση και η δυσκολία αυτών (Yeap & Kaur, 2001).

### **1.2.5 Στάδια επίλυσης μαθηματικών προβλημάτων**

Όπως είναι γνωστό η επίλυση προβλημάτων είναι μια δύσκολη διαδικασία η οποία περνάει από πολλά στάδια μέχρι την απόδοση του τελικού αποτελέσματος. Μια κατηγοριοποίηση των φάσεων επίλυσης προβλημάτων είναι αυτή των Mayer, Lewis και Hegarty (1992, ο.α. στο Αγαλιώτης, 2011). Σύμφωνα με τους ερευνητές αυτούς υπάρχουν τέσσερα στάδια επίλυσης προβλημάτων. Το πρώτο στάδιο είναι η *μετάφραση*, όπου ο μαθητής διαβάζει το πρόβλημα, κωδικοποιεί τις πληροφορίες και κατανοεί το βασικό θέμα του κειμένου-προβλήματος. Κύριος στόχος στο στάδιο αυτό είναι η αναγνωστική αποκωδικοποίηση, η μετατροπή των στοιχείων του προβλήματος με τη σειρά που παρουσιάζονται στο πρόβλημα και η δημιουργία νοητικής αναπαράστασης. Ο μαθητής πρέπει να κατανοήσει τις λέξεις ή την ορολογία, που περιλαμβάνει το πρόβλημα και το κεντρικό ζητούμενο του προβλήματος. Το δεύτερο στάδιο είναι η *ολοκλήρωση*, όπου ο μαθητής αφού διαβάσει το πρόβλημα και

κατανοήσει το κεντρικό θέμα, αναγνωρίζει τα δεδομένα και τα ζητούμενα, προκειμένου να οργανώσει τα δεδομένα του προβλήματος και να δημιουργήσει μια συνολική νοητική αναπαράσταση του προβλήματος εντοπίζοντας τις σχέσεις μεταξύ δεδομένων και ζητούμενων. Το τρίτο στάδιο είναι ο *σχεδιασμός*, όπου στο στάδιο αυτό ο μαθητής, αφού έχει οργανώσει τα δεδομένα του προβλήματος και έχει εντοπίσει το ζητούμενο, σχεδιάζει τη λύση του προβλήματος. Ο μαθητής σκέφτεται, ποια ή ποιες πράξεις θα χρειαστούν, ποιος ή ποιοι είναι οι αλγόριθμοι που πρέπει να χρησιμοποιήσει προκειμένου να βρει τη λύση. Το τέταρτο στάδιο είναι η *εκτέλεση*, όπου μαθητής αφού έχει αποφασίσει ότι πρέπει να κάνει μια συγκεκριμένη πράξη ή να ακολουθήσει μια σειρά πράξεων λύνει το πρόβλημα με αριθμητικές πράξεις. Στο στάδιο αυτό ο μαθητής πρέπει να γνωρίζει τους αλγόριθμους και τη σειρά αυτών, ώστε να λύσει το πρόβλημα.

Τέλος, σύμφωνα με τον Αγαλιώτη (2011), για τη σωστή επίλυση ενός μαθηματικού προβλήματος, πρέπει να υπάρχει και πέμπτο στάδιο, ο *έλεγχος*, όπου ο μαθητής ελέγχει εάν ταιριάζει το αποτέλεσμα με το αρχικό ζητούμενο του προβλήματος ή με την αρχική του εκτίμηση και εάν δεν ταιριάζει για ποιο λόγο συμβαίνει αυτό. Πιθανόν, ο μαθητής να εντοπίσει κάποιο λάθος και να χρειαστεί να το διορθώσει.

### **1.3 Σκοπός έρευνας και ερευνητικές υποθέσεις**

Από την ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας που προηγήθηκε διαπιστώνεται ότι, ενώ η βασική δυσκολία των παιδιών με δυσλεξία βρίσκεται στην αναγνωστική ικανότητα, επηρεάζονται και άλλοι μαθησιακοί τομείς, όπως τα μαθηματικά (Freda, et al., 2008· Evans, et al., 2014· Träff & Passolunghi, 2015). Ωστόσο, παρά την πληθώρα ερευνών που εστιάζουν στις δυσκολίες των μαθητών με δυσλεξία, δεν υπάρχει πλήθος ερευνών, που να εστιάζουν στις δυσκολίες των μαθητών αυτών στην επίλυση μαθηματικών προβλημάτων.

Λαμβάνοντας υπόψη τα ερευνητικά ευρήματα για τις δυσκολίες των μαθητών με δυσλεξία στα μαθηματικά η παρούσα εργασία έχει ως κεντρικό σκοπό τη διερεύνηση της μαθηματικής επάρκειας των μαθητών με δυσλεξία αλλά και των τύπων των λαθών, που κάνουν οι μαθητές με δυσλεξία σε σχέση με τους τυπικά αναπτυσσόμενους συμμαθητές τους κατά την επίλυση μαθηματικών προβλημάτων.

Με βάση τα αποτελέσματα προηγούμενων ερευνών (Boets & De Smedt, 2010· De Smedt & Boets, 2010· Simmons & Singleton, 2008· Evans, et al., 2014· Träff & Passolunghi, 2015· Vukovic, et al., 2010· Miles, Haslum & Wheeler, 2001) αναμένεται ότι οι μαθητές με δυσλεξία θα παρουσιάσουν χαμηλότερες επιδόσεις κατά την αξιολόγηση της μαθηματικής τους επάρκειας σε σχέση με τους τυπικά αναπτυσσόμενους συμμαθητές τους (Ερευνητική υπόθεση 1).

Επιπλέον, με βάση έρευνες που διαπιστώνουν ότι τα παιδιά με δυσλεξία έχουν συγκεκριμένα γνωστικά ελλείμματα (Παυλίδου, κ.α. 2017· Barbosa, et al., 2019) και απόψεις ότι πιθανά επεξεργάζονται με διαφορετικούς τρόπους τις πληροφορίες των προβλημάτων (Chinn et al., 2001· Chinn & Ashcroft, 2017) υποθέτουμε ότι θα υπάρχουν διαφοροποιήσεις στον τύπο των λαθών, που πραγματοποιούν οι μαθητές με δυσλεξία σε σχέση με τους τυπικά αναπτυσσόμενους συμμαθητές τους (Ερευνητική υπόθεση 2).

## 2<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

#### 2.1 Μέθοδος συλλογής ερευνητικών δεδομένων

Για τη εξέταση των ερευνητικών υποθέσεων, χρησιμοποιήθηκε σχεδιασμός μικτών μεθόδων, καθώς τα δεδομένα τα οποία συλλέχθηκαν στην έρευνα ήταν ποσοτικά και ποιοτικά (Creswell, 2011). Η έρευνα μικτών μεθόδων έχει πολλά πλεονεκτήματα, καθώς βασίζεται σε ποσοτικά και ποιοτικά δεδομένα, όπως πληροφορίες μέσω συνέντευξης, που μπορούν να εξηγήσουν αναλυτικά τις πτυχές ενός φαινομένου και να δώσουν λεπτομερείς περιγραφές αυτού. Η επιλογή αυτής της μικτής ερευνητικής προσέγγισης έγινε γιατί ο συνδυασμός ποσοτικών και ποιοτικών μεθόδων μπορεί να προσφέρει βαθύτερη και ουσιαστική κατανόηση για το θέμα της μελέτης. Αρχικά, δίνονται ποσοτικές πληροφορίες για την επίδοση των μαθητών με δυσλεξία στα μαθηματικά. Επιπλέον, παρέχονται ταυτόχρονα λεπτομερέστερες και συγκεκριμένες πληροφορίες, για τον τρόπο επεξεργασίας στον τομέα της επίλυσης μαθηματικών προβλημάτων (Creswell, 2011).

Στην παρούσα έρευνα στόχος ήταν η διερεύνηση της μαθηματικής επάρκειας των μαθητών με δυσλεξία και των συμμαθητών τους τυπικής ανάπτυξης στα μαθηματικά και των τύπων των λαθών που κάνουν κατά την επίλυση μαθηματικών προβλημάτων. Για τον έλεγχο των ερευνητικών υποθέσεων συγκεντρώθηκαν ποσοτικά και ποιοτικά δεδομένα. Έτσι, με βάση τις ερευνητικές υποθέσεις έγινε αρχικά ποσοτική ανάλυση, με στόχο να εντοπισθούν ποσοτικές διαφορές στην επίδοση των δύο ομάδων όσον αφορά στην μαθηματική τους επάρκεια (1<sup>η</sup> ερευνητική υπόθεση).

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε επιπλέον ποιοτική ανάλυση των λαθών που έκαναν οι μαθητές των δύο ομάδων κατά την επίλυση μαθηματικών προβλημάτων. Στόχος ήταν να εντοπισθεί όχι μόνο η διαφορά στην επίδοση του τομέα αυτού μεταξύ των δύο ομάδων αλλά και συγκεκριμένες δυσκολίες, που παρουσιάζουν οι μαθητές κατά την επίλυση μαθηματικών προβλημάτων (2<sup>η</sup> ερευνητική υπόθεση). Έτσι, για την κατανόηση του τρόπου σκέψης των μαθητών συγκεντρώθηκαν ποιοτικά δεδομένα μέσω δομημένης συνέντευξης με τους μαθητές και των δύο ομάδων.

## 2.2 Συμμετέχοντες

Η προσέγγιση που χρησιμοποιήθηκε για την επιλογή των συμμετεχόντων της παρούσας έρευνας ήταν η δειγματοληψία χωρίς πιθανότητα και συγκεκριμένα βολική δειγματοληψία (convenience sampling) (Creswell, 2011). Η επιλογή αυτού του τύπου δειγματοληψίας έγινε γιατί η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε μαθητές με δυσλεξία, που αποτελούν ένα συγκεκριμένο ειδικό πληθυσμό περιορισμένης διαθεσιμότητας (Creswell, 2011). Πιο συγκεκριμένα, οι μαθητές που αποτέλεσαν το δείγμα της πειραματικής ομάδας, έπρεπε να έχουν διάγνωση δυσλεξίας από δημόσιο φορέα. Επιπλέον, η συλλογή των συμμετεχόντων έπρεπε να ολοκληρωθεί σε συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, κι έτσι δεν ήταν δυνατόν να γίνει τυχαία δειγματοληψία, καθώς οι μαθητές με δυσλεξία, μόλις υπερβαίνουν το 5% του μαθητικού πληθυσμού (Vlachos, et. al., 2013). Επιπλέον, υπήρχαν περιορισμοί υλοποίησης της έρευνας σε συγκεκριμένους νομούς που αναφέρονται στη συνέχεια και σε συγκεκριμένα σχολεία, τα οποία συνεργάστηκαν για την διεξαγωγή της έρευνας.

Πιο συγκεκριμένα, έγινε προσπάθεια εύρεσης παιδιών με διάγνωση δυσλεξίας που φοιτούν στις τάξεις Ε΄, Στ΄ δημοτικού και Α΄ γυμνασίου το σχολικό έτος 2018-2019 στα δημοτικά σχολεία και γυμνάσια, αστικών και ημιαστικών περιοχών των νομών Μαγνησίας, Φθιώτιδας και Βοιωτίας. Οι μαθητές έπρεπε να έχουν διάγνωση δυσλεξίας από Δημόσιο Φορέα χωρίς συνυπάρχουσες διαταραχές και να υπάρχει η προθυμία και η σύμφωνη γνώμη των διευθυντών των σχολείων, των γονέων και φυσικά των ίδιων των μαθητών που θα συμμετείχαν. Αφού εντοπίστηκαν οι μαθητές με δυσλεξία, στη συνέχεια έγινε επιλογή του δείγματος της ομάδας ελέγχου με τη διαδικασία της εξομοίωσης ανά ζεύγη ως προς το φύλο, την ηλικία, και την τάξη στην οποία φοιτούσαν αντίστοιχα οι μαθητές με δυσλεξία.

Στην έρευνα συμμετείχαν συνολικά 60 μαθητές, ηλικίας 10-13 ετών, οι οποίοι φοιτούν στις τάξεις Ε΄, Στ΄ δημοτικού και Α΄ γυμνασίου σε δημοτικά σχολεία και γυμνάσια των Νομών που προαναφέρθηκαν. Τα 30 παιδιά από αυτά έχουν λάβει διάγνωση δυσλεξίας από τα Κέντρα Εκπαιδευτικής και Συμβουλευτικής Υποστήριξης (Κ.Ε.Σ.Υ). Σύμφωνα με την αξιολόγηση των Κ.Ε.Σ.Υ., η οποία γίνεται από τριμελή ομάδα (εκπαιδευτικό Ειδικής Αγωγής και Εκπαίδευσης (ΕΑΕ), κοινωνικό λειτουργό και ψυχολόγο), τα παιδιά αυτά δεν παρουσίαζαν κάποια άλλη αναπτυξιακή διαταραχή, πέρα από την αναπτυξιακή δυσλεξία. Από το σύνολο των παιδιών της πειραματικής ομάδας τα 22 παιδιά ήταν αγόρια και τα 8 ήταν κορίτσια, με Μέσο όρο



ηλικίας 11,42 έτη (T.A= 0,88). Τα υπόλοιπα 30 παιδιά που αποτέλεσαν την ομάδα ελέγχου δεν έχουν διάγνωση μαθησιακής δυσκολίας ή συνυπάρχουσας διαταραχής, και σύμφωνα με τις άτυπες αξιολογήσεις των εκπαιδευτικών τους, δεν εμφάνιζαν κάποιο μαθησιακό πρόβλημα. Αντίστοιχα, στην ομάδα ελέγχου τα 22 άτομα ήταν αγόρια και τα 8 ήταν κορίτσια με Μέσο όσο ηλικίας 11,71 έτη (T.A.=1,00).

## **2.3 Ερευνητικά εργαλεία**

### **A) Ψυχομετρικό Κριτήριο Μαθηματικής Επάρκειας**

Το κύριο εργαλείο της έρευνας που χρησιμοποιήθηκε για την εξέταση της 1<sup>ης</sup> υπόθεσης της έρευνας ήταν το Ψυχομετρικό Κριτήριο Μαθηματικής Επάρκειας που κατασκευάστηκε το 2007 στα πλαίσια του έργου ΕΠΕΑΕΚ «Ψυχομετρική-Διαφορική Αξιολόγηση Παιδιών και Εφήβων με Μαθησιακές Δυσκολίες» (Μπάρμπας, Βερμέουλεν, Κιοσέογλου & Μενεξές, 2008). Το κριτήριο έχει σταθμιστεί σε ελληνικό πληθυσμό, σε 618 μαθητές, σε οχτώ νομούς της Ελλάδας. Απευθύνεται σε μαθητές ηλικίας 7,06-15,06 ετών και στόχος του κριτηρίου είναι η εκτίμηση της μαθηματικής επάρκειας παιδιών και εφήβων αυτής της ηλικίας. Περιλαμβάνει τρεις υποδοκιμασίες (μαθηματικό λεξιλόγιο, υπολογισμοί, επίλυση μαθηματικών προβλημάτων), οι οποίες καλύπτουν το σύνολο των τομέων της μαθηματικής γνώσης που διδάσκονται οι μαθητές στο σχολείο και συνθέτουν την μαθηματική επάρκεια. (Μπάρμπας, κ.α., 2008).

Ωστόσο, πρέπει να επισημανθεί ότι η έννοια της μαθηματικής επάρκειας δεν θα πρέπει να συγχέεται με την έννοια της επίδοσης. Και στις δύο περιπτώσεις γίνεται εκτίμηση των αποκτημένων δεξιοτήτων και γνώσεων μέσω της διδασκαλίας ή των εμπειριών ζωής. Η βασική τους διαφορά εντοπίζεται στο στόχο της εκτίμησης. Πιο συγκεκριμένα, στα κριτήρια που αξιολογούν την επάρκεια, η επίδοση στον τομέα που αξιολογείται, αξιοποιείται με σκοπό την εκτίμηση ή και την πρόβλεψη της μελλοντικής γνώσης. Αντιθέτως, όταν γίνεται εκτίμηση της επίδοσης, στόχος είναι η εκτίμηση της κατάκτησης των ελεγχόμενων γνώσεων από έναν μαθητή (Μπάρμπας κ.α. 2008). Έτσι το συγκεκριμένο εργαλείο εκτιμώντας την μαθηματική επάρκεια, εκτιμά τις εξειδικευμένες γνώσεις και δεξιότητες, που απαιτούνται για την απόκτηση της σχολικής μαθηματικής γνώσης στους τρεις τομείς που αναφέρθηκαν. Η πρώτη υποδοκιμασία του κριτηρίου, αυτή του μαθηματικού λεξιλογίου-εννοιών εκτιμά το επίπεδο συγκρότησης και κατάκτησης των βασικών μαθηματικών εννοιών και

ορισμών, οι οποίες θεωρούνται απαραίτητες για την απόκτηση της σχολικής μαθηματικής γνώσης και αποτελείται από 20 λέξεις-έννοιες. Οι έννοιες αυτές καλύπτουν όλο το φάσμα της σχολικής μαθηματικής εκπαίδευσης και διατάσσονται με αύξουσα σειρά δυσκολίας, με βάση και την ηλικία των μαθητών, που αναμένεται να γνωρίζουν και τις αντίστοιχες έννοιες. Η υποδοκιμασία των υπολογισμών εκτιμά τη δυνατότητα του μαθητή να χρησιμοποιεί και να χειρίζεται τους αλγόριθμους των τεσσάρων πράξεων στους ακεραίους (θετικούς και αρνητικούς), στους δεκαδικούς και στους κλασματικούς αριθμούς, κ.α.. Επιπλέον, εκτιμά τη δυνατότητα των μαθητών να χρησιμοποιούν τους αλγόριθμους ορισμένων βασικών τύπων (για παράδειγμα δύναμη, τετραγωνική ρίζα, ποσοστά κ.λπ), και αποτελείται από 20 υπολογισμούς-πράξεις. Τέλος, η υποδοκιμασία επίλυσης μαθηματικών προβλημάτων εκτιμά τη δυνατότητα επίλυσης προβλημάτων της καθημερινής ζωής με τη βοήθεια των μαθηματικών. Τα προβλήματα του κριτηρίου δεν είναι διατυπωμένα με την τυποποιημένη διατύπωση με την οποία βρίσκονται στα σχολικά βιβλία με στόχο την εξάσκηση των μαθητών στην εκτέλεση των πράξεων, αλλά είναι αντιπροσωπευτικά της αποτελεσματικής επεξεργασίας των στοιχείων και των σχέσεων μεταξύ των δεδομένων, της επιλογής των αναγκαίων στοιχείων και της αναγνώρισής τους για την επιτυχή επίλυση των προβλημάτων.

### ***Διαδικασία χορήγησης κριτηρίου***

Η δοκιμασία χορηγήθηκε σύμφωνα με τις οδηγίες χορήγησης, που παρέχονται στο εγχειρίδιο χρήσης του κριτηρίου. Ο μαθητής/τρια είχε μπροστά του το ατομικό φυλλάδιο εξέτασης μαθητή, με βάση το οποίο δόθηκαν οι απαραίτητες οδηγίες από τον ερευνητή για την συμπλήρωση των ερωτημάτων κάθε υποδοκιμασίας. Η πρώτη υποδοκιμασία του λεξιλογίου, είναι προφορική και οι απαντήσεις των μαθητών καταγράφηκαν από τον ερευνητή. Στη συνέχεια, ο κάθε μαθητής/τρια απάντησε γραπτώς στις επόμενες δύο υποδοκιμασίες του κριτηρίου (υπολογισμοί και επίλυση προβλημάτων). Όσον αφορά στη χρονική διάρκεια, δεν υπήρχε χρονικός περιορισμός (σύμφωνα με τις οδηγίες του κριτηρίου). Ωστόσο, η διαδικασία συμπλήρωσης του κριτηρίου διήρκεσε περίπου 50-70 λεπτά. Επιπλέον, σύμφωνα με τις οδηγίες, εάν ο μαθητής απαντήσει λανθασμένα σε 5 συνεχόμενα ερωτήματα, τα επόμενα μηδενίζονται. Ωστόσο, στην παρούσα έρευνα με στόχο να γίνει ποιοτική επεξεργασία των προβλημάτων και σύμφωνα με τις οδηγίες του κριτηρίου στα πλαίσια της

προσαρμοσμένης αξιολόγησης, οι μαθητές απάντησαν σε όλα τα ερωτήματα της υποδοκιμασίας επίλυσης προβλημάτων.

### ***Βαθμολόγηση***

Κατά την βαθμολόγηση του κριτηρίου και στις τρεις υποδοκιμασίες, όλα τα ερωτήματα βαθμολογούνται με 1 βαθμό εάν είναι σωστή η απάντηση, ενώ βαθμολογούνται με 0 εάν η απάντηση είναι λανθασμένη. Οι αρχικοί βαθμοί των σωστών απαντήσεων, σημειώθηκαν από τον ερευνητή στο πρώτο φύλλο αξιολόγησης του μαθητή. Οι αρχικοί βαθμοί των σωστών απαντήσεων ανάλογα με την ηλικία και την υποδοκιμασία μπορεί να έχουν διαφορετική σημασία. Έτσι, οι αρχικοί βαθμοί μετατράπηκαν σε τυπικούς βαθμούς, ανάλογα με την ηλικιακή ομάδα που ανήκει ο κάθε μαθητής, καθώς επιτρέπουν την ισότιμη σύγκριση της επίδοσης των παιδιών ως προς όλες τις υποδοκιμασίες του κριτηρίου. Τέλος, το άθροισμα των τυπικών βαθμών των τριών υποδοκιμασιών μετατράπηκαν σε πηλίκο, το οποίο έχει μέση τιμή 100 και τυπική απόκλιση 15 και δείχνει τη μαθηματική επάρκεια των μαθητών των δύο ομάδων (Μπάρμπας κ.α., 2008). Μετατρέποντας τους αρχικούς σε τυπικούς βαθμούς όπως προαναφέρθηκε και δημιουργώντας το Πηλίκο Μαθηματικής Επάρκειας διαπιστώθηκε εάν ένας συγκεκριμένος μαθητής υπερέχει ή υπολείπεται της μέσης επίδοσης, ανά ηλικιακή ομάδα.

Η κλίμακα του «Ψυχομετρικού Κριτηρίου της Μαθηματικής Επάρκειας» είναι αξιόπιστη και επιβεβαιώνεται μέσω του υπολογισμού της τιμής του συντελεστή εσωτερικής συνέπειας alpha του Cronbach (Μπάρμπας κ.α., 2008). Σύμφωνα με τους Nunnally και Bernstein (1994, ο.α. στο Μπάρμπας κ.α., 2008) όταν οι τιμές αξιοπιστίας είναι μεγαλύτερες της τιμής 0.7, τότε οι κλίμακες θεωρούνται αποδεκτές. Επιπλέον, εάν οι τιμές αξιοπιστίας είναι κοντά στην τιμή 0.8 ή την ξεπερνούν, τότε η κλίμακα έχει υψηλού βαθμού αξιοπιστία. Στην κλίμακα που αξιοποιήθηκε στη συγκεκριμένη περίπτωση, η υποδοκιμασία του μαθηματικού λεξιλογίου έχει δείκτη αξιοπιστίας 0.82, η υποδοκιμασία των μαθηματικών υπολογισμών 0.80 και η υποδοκιμασία της επίλυσης των μαθηματικών προβλημάτων 0.80, ενώ η γενική βαθμολογία 0.90. Όπως είναι φανερό η κλίμακα του κριτηρίου είναι αξιόπιστη.

## **B) Πρωτόκολλο συνέντευξης**

Για τον έλεγχο της 2<sup>ης</sup> υπόθεσης μας και την συγκέντρωση ποιοτικών δεδομένων αναφορικά με τον τρόπο επίλυσης προβλημάτων και τον τύπο των λαθών, δημιουργήθηκε ένα πρωτόκολλο καταγραφής δεδομένων (data recoding protocols) (Creswell, 2011). Πρόκειται για μια μορφή σχεδιασμένη με σκοπό την καταγραφή των πληροφοριών κατά τη διάρκεια της συνέντευξης και την περαιτέρω ανάλυση των ποιοτικών δεδομένων. Συγκεκριμένα, το δεύτερο εργαλείο που χρησιμοποιήθηκε στην έρευνα είναι το πρωτόκολλο συνέντευξης (interview protocol) (Creswell, 2011) το οποίο δημιουργήθηκε για τις ανάγκες της έρευνας.

Συγκεκριμένα, έπειτα από την ολοκλήρωση της χορήγησης του κριτηρίου από τους μαθητές, πραγματοποιήθηκε δομημένη συνέντευξη αναφορικά με τα 15 μαθηματικά προβλήματα. Το πρωτόκολλο συνέντευξης αποτελείται από προκαθορισμένες ερωτήσεις που διατυπώθηκαν προκειμένου να γίνει αναλυτική περιγραφή της επίλυσης των προβλημάτων από τους μαθητές. Στόχος των ερωτήσεων ήταν οι μαθητές να εκθέσουν τα λογικά επιχειρήματα τους για τον τρόπο που έλυσαν το κάθε πρόβλημα, ώστε να διαπιστωθεί εάν η απάντηση οφείλεται σε τυχαία λύση, εάν ο μαθητής κατανοεί το πλήρες νόημα του προβλήματος τα δεδομένα και τα ζητούμενα ή ποιες είναι οι δυσκολίες των μαθητών που αποτέλεσαν εμπόδιο στην επίλυση των προβλημάτων. Κάποιες από τις ερωτήσεις ήταν: *«Ποια είναι τα δεδομένα/ζητούμενα του προβλήματος» « Τι ενέργειες έπρεπε να κάνεις» «Τι πράξη επέλεξες.»*, *«Είναι λογικό το αποτέλεσμα.»*. Με τις ερωτήσεις αυτές όλοι οι μαθητές απάντησαν αναλυτικά για τον τρόπο που σκέφτηκαν και έλυσαν το κάθε πρόβλημα. Απέφεραν τα δεδομένα και τα ζητούμενα του κάθε προβλήματος, τις πληροφορίες που χρειάστηκαν, με ποιο τρόπο έλυσαν το κάθε πρόβλημα (επιλογή πράξης, προφορική διαδικασία βημάτων αλγορίθμου) και γιατί το έλυσαν με το συγκεκριμένο τρόπο ή στρατηγική.

Στο πρωτόκολλο συνέντευξης υπήρχε ο απαραίτητος χώρος, δίπλα από τις ερωτήσεις, όπου καταγράφονταν όλες οι απαντήσεις των μαθητών από τον ερευνητή κατά τη διάρκεια της συνέντευξης, ώστε να είναι δυνατή στη συνέχεια η αξιολόγηση των λαθών και η κατηγοριοποίηση τους ανάλογα με τις δυσκολίες του κάθε μαθητή. Η συνέντευξη με τον κάθε μαθητή διήρκεσε περίπου μισή ώρα, και πραγματοποιήθηκε έπειτα από την ολοκλήρωση του κριτηρίου.

### ***Κατηγοριοποίηση προβλημάτων***

Έπειτα από την καταγραφή των πληροφοριών μέσω συνέντευξης, για τον τρόπο επίλυσης προβλημάτων, τα λανθασμένα προβλήματα που βαθμολογήθηκαν με 0 βαθμούς, αξιολογήθηκαν ως προς τον τύπο του λάθους, που έκανε ο κάθε μαθητής στην προσπάθεια επίλυσης τους. Για την ισότιμη και λεπτομερή ανάλυση και αξιολόγηση των λαθών, δημιουργήθηκε μία κλείδα καταγραφής για την κατηγοριοποίηση των λαθών με βάση τα χαρακτηριστικά της κάθε μίας από τις φάσεις επίλυσης προβλημάτων (μετάφραση, ολοκλήρωση, σχεδιασμό, εκτέλεση), όπως αναφέρονται στη βιβλιογραφία (Mayer, et al., 1992, ο.α. στο Αγαλιώτης, 2011), ώστε να είναι ισότιμος ο τρόπος αξιολόγησης της κάθε απάντησης του μαθητή. Η αξιολόγηση και η κατηγοριοποίηση του κάθε λάθους ως προς τον τύπο του βασίστηκε στην πρώτη φάση κατά την οποία ο μαθητής παρουσίασε δυσκολία. Αυτό σημαίνει ότι εάν ένας μαθητής δεν κατανόησε το ζητούμενο του προβλήματος ή δεν είχε μια συνολική εικόνα των δεδομένων, ώστε να κατανοήσει σε γενικές γραμμές το πρόβλημα είναι αναμενόμενο να μην προχωρήσει ορθά σε επόμενες φάσεις και στην σωστή επίλυση του προβλήματος. Αντίστοιχα, ένας μαθητής που είχε κατανοήσει το πρόβλημα (φάση της μετάφρασης) και δημιούργησε μια συνολική εικόνα μεταξύ δεδομένων και ζητούμενων (φάση της ολοκλήρωσης), μπορεί να κάνει ένα λάθος σχεδιασμού, δηλαδή να κάνει λάθος στη λήψη απόφασης για τις ενέργειες που απαιτούνται ή τις πράξεις, οπότε παρά την σωστή πράξη που έπεται (φάση της εκτέλεσης) το αποτέλεσμα θα είναι λάθος λόγω λανθασμένης επιλογής πράξης. Έτσι, το κάθε πρόβλημα κατηγοριοποιήθηκε ανάλογα με την πρώτη φάση στην οποία αντιμετώπισε ο μαθητής δυσκολία.

## **2.4 Διαδικασία της Έρευνας**

Για τη διεξαγωγή της έρευνας χορηγήθηκε έγκριση από την Εσωτερική Επιτροπή Δεοντολογίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, προκειμένου να είναι εφικτή η είσοδος στα δημόσια σχολεία. Στη συνέχεια έγινε η επιλογή του δείγματος και ενημερώθηκαν αντίστοιχα τα σχολεία, οι γονείς των μαθητών και οι ίδιοι οι μαθητές για τη διαδικασία και τους σκοπούς της έρευνας. Οι γονείς των μαθητών που συμφώνησαν, υπέγραψαν ένα συνοδευτικό συναινετικό σημείωμα, σύμφωνα με το οποίο ήταν ενήμεροι τόσο για τη διαδικασία της έρευνας, όσο και για την ανωνυμία των ερευνητικών δεδομένων των μαθητών. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε έπειτα από

συνεννόηση με τους γονείς, είτε σε χώρο του σχολείου, είτε σε χώρο επιλογής των γονέων (προσωπικοί χώροι ή κέντρα παρακολούθησης των μαθητών).

## 2.5 Στατιστική ανάλυση

Μετά την ολοκλήρωση της χορήγησης του κριτηρίου και της αξιολόγησης των απαντήσεων πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση των δεδομένων μέσω του προγράμματος στατιστικής ανάλυσης IBM SPSS Statistics 24.

Για την στατιστική ανάλυση πραγματοποιήθηκε αρχικά έλεγχος κανονικής κατανομής των δεδομένων με βάση τα τεστ κανονικότητας Kolmogorov- Smirnov. Από τον έλεγχο των αποτελεσμάτων του τεστ κανονικότητας Kolmogorov- Smirnov προέκυψε, ότι οι κατανομές και των δύο ομάδων ακολουθούν την κανονική κατανομή. Έτσι, για τον έλεγχο των μέσων όρων πραγματοποιήθηκε το κριτήριο (t-test) για ανεξάρτητα δείγματα, δηλαδή για την ομάδα των μαθητών με δυσλεξία (πειραματική ομάδα) και των μαθητών τυπικής ανάπτυξης (ομάδα ελέγχου).

Πιο συγκεκριμένα, συγκρίθηκαν οι επιδόσεις των δύο ομάδων ως προς τις τρεις υποδοκίμασιες του Κριτηρίου Μαθηματικής Επάρκειας (μαθηματικό λεξιλόγιο, υπολογισμοί, επίλυση μαθηματικών προβλημάτων) και η συνολική τιμή του Πηλίκου Μαθηματικής Επάρκειας.

Για τη διερεύνηση της δεύτερης υπόθεσης μας και των πιθανών διαφορών ανάμεσα στις δυο ομάδες ως προς τον τύπο των λαθών που κάνουν στην επίλυση μαθηματικών προβλημάτων, έγινε αρχικά κατηγοριοποίηση ανάλογα με το είδος τους στις τέσσερις φάσεις επίλυσης προβλημάτων (μετάφραση, ολοκλήρωση, σχεδιασμό και εκτέλεση). Επιπλέον, έγινε στατιστική ανάλυση των κατηγοριών των λαθών με τη χρήση του στατιστικού κριτηρίου  $\chi^2$  (chi-square), ώστε να διερευνηθεί εάν υπάρχουν ποσοστιαίες διαφορές στον τύπο των λαθών, που πραγματοποιούν τα παιδιά με δυσλεξία σε σχέση με τα τυπικά αναπτυσσόμενα παιδιά.

Για τον έλεγχο των στατιστικά σημαντικών διαφορών ανάμεσα στις επιδόσεις των δύο ομάδων, η τιμή του επιπέδου της στατιστικής σημαντικότητας (significant level-  $p$ ), ορίστηκε ως 0,05. Επομένως, στα αποτελέσματα που ακολουθούν, εάν η τιμή του  $p$  είναι μικρότερη του 0,05 ( $p < 0,05$ ), τότε οι διαφορές στις επιδόσεις μεταξύ των δύο ομάδων είναι στατιστικά σημαντικές. Αντιθέτως, εάν η τιμή του  $p$  είναι μεγαλύτερη του 0.05 ( $p > 0,05$ ), οι διαφορές που σημειώνονται ανάμεσα στις επιδόσεις των δύο ομάδων δε θεωρούνται στατιστικά σημαντικές.

## 3<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει παρουσίαση των αποτελεσμάτων της ποσοτικής και ποιοτικής ανάλυσης των δεδομένων της έρευνας.

#### 3.1 Αποτελέσματα των δοκιμασιών του κριτηρίου Μαθηματικής Επάρκειας

Στον πίνακα 1 που ακολουθεί παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την αξιολόγηση των δοκιμασιών του κριτηρίου Μαθηματικής Επάρκειας σε κάθε υποδοκιμασία. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται οι Μέσοι όροι (Μ.Ο.), οι τυπικές αποκλίσεις (Τ.Α.) των επιδόσεων των δύο ομάδων για τις τρεις υποδοκιμασίες του κριτηρίου, καθώς και του Πηλίκου Μαθηματικής Επάρκειας. Συνολικά, και στις τρεις υποδοκιμασίες καθώς και στο Πηλίκο Μαθηματικής Επάρκειας παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική διαφορά στις επιδόσεις των δύο ομάδων.

Πιο συγκεκριμένα, στην υποδοκιμασία του λεξιλογίου, η οποία αξιολογεί την κατάκτηση μαθηματικών εννοιών, ο Μ.Ο. που σημείωσαν οι μαθητές της πειραματικής ομάδας είναι Μ.Ο.= 9,70 με Τ.Α.= 1,57 ενώ οι μαθητές της ομάδας ελέγχου σημείωσαν Μ.Ο.= 11,67 με Τ.Α.= 2,00. Όπως φαίνεται αρχικά από τους μέσους όρους, τα παιδιά της ομάδας ελέγχου παρουσίασαν υψηλότερη επίδοση και σύμφωνα με τον έλεγχο t-test, διαπιστώνεται στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στους μέσους όρους των δύο ομάδων, καθώς  $p < 0,001$  που σημαίνει ότι τα παιδιά της πειραματικής ομάδας παρουσιάζουν σημαντικά χαμηλότερες επιδόσεις στην υποδοκιμασία του λεξιλογίου.

Όσον αφορά στην δεύτερη υποδοκιμασία του κριτηρίου που αφορά τους υπολογισμούς, οι μέσοι όροι που σημείωσαν οι μαθητές της πειραματικής ομάδας είναι Μ.Ο.=8,77 με Τ.Α.=3,40 ενώ οι μαθητές της ομάδας ελέγχου σημείωσαν Μ.Ο.=11,23 με Τ.Α.=2,43. Όπως φαίνεται αρχικά από τους μέσους όρους τα παιδιά της ομάδας ελέγχου παρουσίασαν υψηλότερη επίδοση στην υποδοκιμασία των υπολογισμών και σύμφωνα με τον έλεγχο t-test, διαπιστώνεται στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στους μέσους όρους των δύο ομάδων, καθώς  $p < 0,05$ , που σημαίνει ότι τα παιδιά της πειραματικής ομάδας παρουσιάζουν χαμηλότερες επιδόσεις και στην υποδοκιμασία των υπολογισμών.

Στην τρίτη υποδοκιμασία της επίλυσης μαθηματικών προβλημάτων ο Μ.Ο. που σημείωσαν οι μαθητές της πειραματικής ομάδας είναι Μ.Ο.=9,13 με Τ.Α.=2,62 ενώ οι μαθητές της ομάδας ελέγχου σημείωσαν Μ.Ο.=12,40 με Τ.Α.=2,92. Όπως φαίνεται αρχικά από τους Μέσους Όρους τα παιδιά της ομάδας ελέγχου παρουσίασαν υψηλότερη επίδοση και σύμφωνα με τον έλεγχο t-test, διαπιστώνεται στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στους μέσους όρους των δύο ομάδων, καθώς  $p < 0,001$  που σημαίνει ότι τα παιδιά της πειραματικής ομάδας παρουσιάζουν χαμηλότερες επιδόσεις και στην υποδοκιμασία της επίλυσης μαθηματικών προβλημάτων.

Τέλος, έγινε σύγκριση των Μέσων όρων των τιμών του Πηλίκου Μαθηματικής επάρκειας που σημείωσαν οι δύο ομάδες. Οι μαθητές της πειραματικής ομάδας σημείωσαν Μ.Ο.=94,23 με Τ.Α.=9,87 ενώ οι μαθητές της ομάδας ελέγχου είχαν Μ.Ο. 111,5 με Τ.Α.= 10,63. Όπως φαίνεται αρχικά από τους Μέσους όρους του Πηλίκου των δύο ομάδων τα παιδιά της ομάδας ελέγχου παρουσίασαν συνολικά υψηλότερη επίδοση και σύμφωνα με τον έλεγχο t-test, διαπιστώνεται στατιστικά σημαντική διαφορά ανάμεσα στους μέσους όρους των δύο ομάδων καθώς  $p < 0,001$ . Αυτό σημαίνει ότι τα παιδιά της πειραματικής ομάδας παρουσιάζουν σημαντικά χαμηλότερες επιδόσεις συνολικά ως προς την επάρκεια τους στα μαθηματικά σε σχέση με τους συνομήλικούς τους τυπικά αναπτυσσόμενους.



**Πίνακας 1. Μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις στις υποδοκιμασίες του κριτηρίου και του Πηλίκου Μαθηματικής Επάρκειας των μαθητών της πειραματικής ομάδας και της ομάδας ελέγχου**

	Μαθητές με Δυσλεξία N=30		Τυπικοί Αναγνώστες N=30		t
	M.O.	T.A.	M.O.	T.A.	
Μαθηματικό Λεξιλόγιο	9,70	1,57	11,67	2,00	-4,22**
Υπολογισμοί	8,77	3,40	11,23	2,43	-3,23*
Επίλυση προβλημάτων	9,13	2,62	12,40	2,92	-4,55**
Πηλίκο Μαθηματικής επάρκειας	94,23	9,87	111,5	10,63	-6,51**

\*p<0,05

\*\* p< 0,001

**Εύρος τιμών ανά υποδοκιμασία:**

**Μαθηματικό Λεξιλόγιο: 1-20**

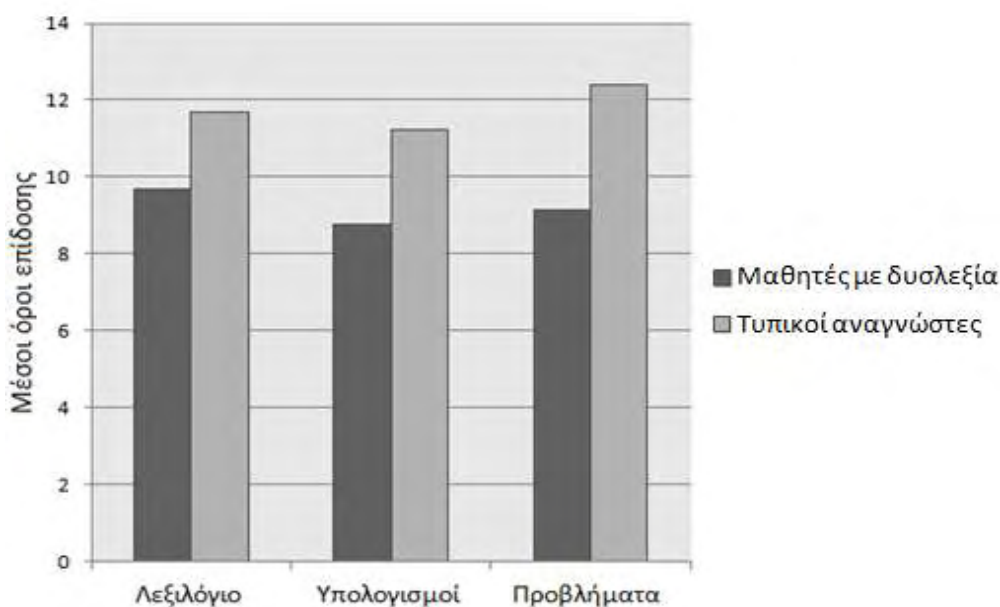
**Υπολογισμοί: 1-20**

**Επίλυση προβλημάτων: 1-15**

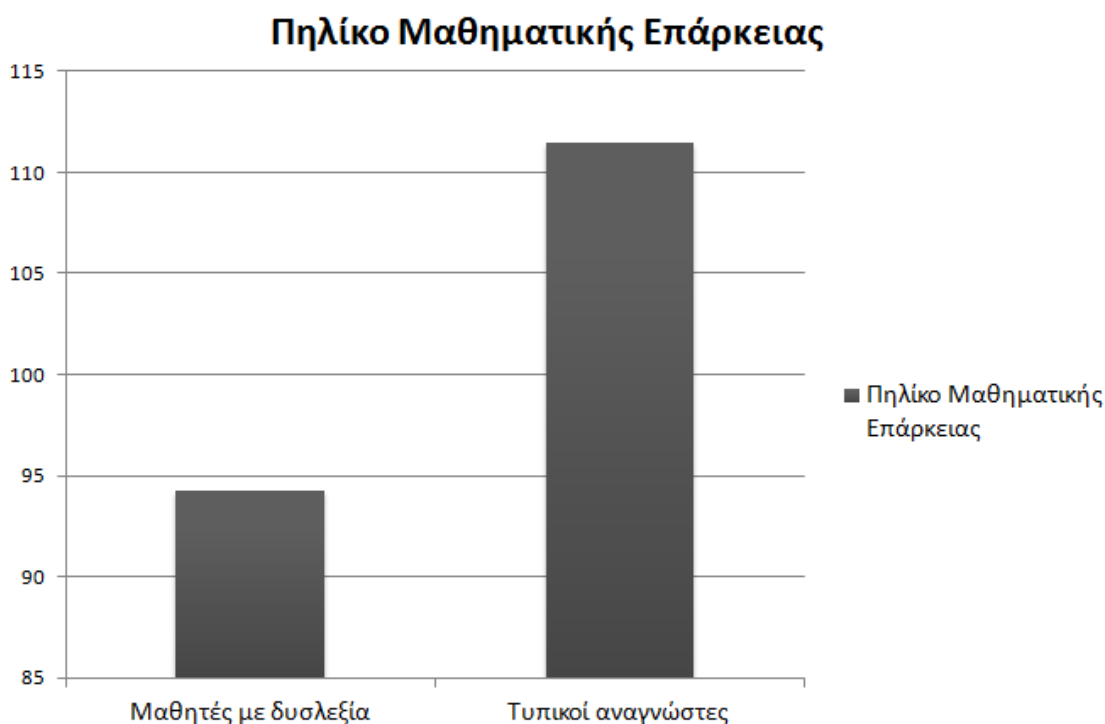
**Πηλίκο Μαθηματικής Επάρκειας: 48-133**

Στο ραβδόγραμμα 1 παρουσιάζονται γραφικά οι μέσοι όροι των δύο ομάδων συγκριτικά. Όπως φαίνεται και στις τρεις υποδοκιμασίες του κριτηρίου, καθώς και στο Πηλίο Μαθηματικής Επάρκειας (ραβδόγραμμα 2) οι μαθητές με δυσλεξία σημείωσαν χαμηλότερες επιδόσεις σε σχέση με την ομάδα ελέγχου.

**Ραβδόγραμμα 1: Μέσοι όροι των υποδοκιμασιών του κριτηρίου Μαθηματικής Επάρκειας των μαθητών με δυσλεξία και των τυπικών αναγνώστων**

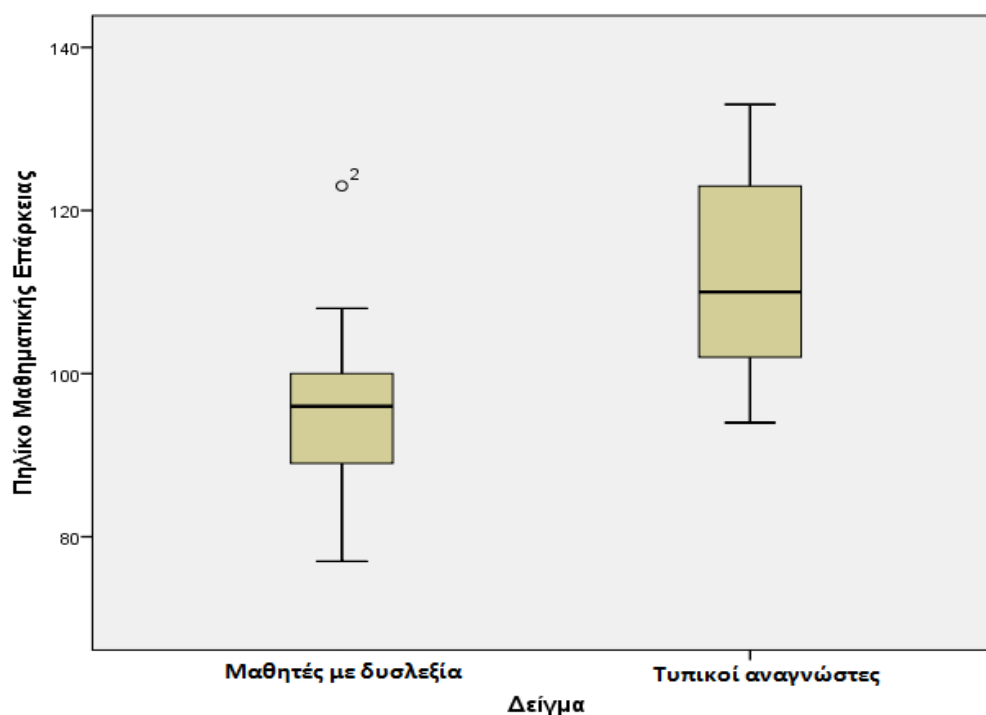


**Ραβδόγραμμα 2: Μέσοι όροι Πηλίου Μαθηματικής Επάρκειας των μαθητών με δυσλεξία και των τυπικών αναγνώστων**



Τέλος, στο θηκόγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζεται η κατανομή των επιδόσεων των δύο ομάδων στο Πηλίο Μαθηματικής Επάρκειας, μαζί με τη διασπορά των τιμών σε σχέση με τη διάμεσο τους. Στην ομάδα των παιδιών με δυσλεξία, τα δεδομένα κατανέμονται σχεδόν συμμετρικά, ενώ υπάρχει μία μόνο έκτοπη τιμή. Στην ομάδα ελέγχου (τυπικοί αναγνώστες) τα δεδομένα επίσης κατανέμονται σχεδόν συμμετρικά, ενώ δεν υπάρχουν έκτοπες τιμές. Ωστόσο, αυτό που αξίζει να σημειωθεί είναι η διαφορά μεταξύ των δυο ομάδων ως προς το εύρος των ανώτερων και κατώτερων τιμών των απολήξεων. Στην ομάδα των παιδιών με δυσλεξία, παρατηρείται ως κατώτερη επίδοση η τιμή 77 (Πηλίο Μαθηματικής Επάρκειας), ενώ ως ανώτερη τιμή η 123 (έκτοπη τιμή, που σίγουρα επηρεάζει τη διάμεσο και το Μέσο Όρο της ομάδας). Στην ομάδα ελέγχου παρατηρείται ως κατώτερη τιμή 94 και ως ανώτερη η τιμή 133, χωρίς να υπάρχουν έκτοπες τιμές. Επιπλέον, το κεντρικό τεταρτημόριο (50%) των παιδιών με δυσλεξία δείχνει το μέσο των επιδόσεων τους, που είναι χαμηλότερες από το αντίστοιχο κεντρικό τεταρτημόριο (50%) των μαθητών τυπικής ανάπτυξης της ομάδας ελέγχου. Συνολικά, όπως φαίνεται και από το θηκόγραμμα και από τα ιστογράμματα που προηγήθηκαν, οι τιμές των επιδόσεων των μαθητών με δυσλεξία είναι χαμηλότερες από εκείνες των μαθητών τυπικής ανάπτυξης.

**Θηκόγραμμα 1: Διάμεσος, εύρος τιμών του Πηλίου Μαθηματικής Επάρκειας των μαθητών με δυσλεξία και των τυπικών αναγνώστων**



## **3.2 Αποτελέσματα ανάλυσης λαθών στην υποδοκιμασία της επίλυσης μαθηματικών προβλημάτων**

Όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, για την ποιοτική ανάλυση των λαθών στη δοκιμασία της επίλυσης μαθηματικών προβλημάτων, χρησιμοποιήθηκε ένα εργαλείο, που περιελάμβανε τα χαρακτηριστικά της κάθε φάσης επίλυσης προβλημάτων (μετάφραση, ολοκλήρωση, σχεδιασμό, εκτέλεση), όπως αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία, ώστε να είναι ισότιμος ο τρόπος αξιολόγησης της κάθε απάντησης του μαθητή. Για την κατηγοριοποίηση του κάθε λάθους ως προς τον τύπο του έγινε αξιολόγηση με βάση την πρώτη φάση, κατά την οποία ο μαθητής παρουσίασε δυσκολία. Επιπλέον, εκτός από την κατηγοριοποίηση των λαθών σε μία από τις φάσεις, έγινε καταγραφή των λαθών που έκαναν οι μαθητές με βάση τα προβλήματα του συγκεκριμένου κριτηρίου (όπως έλλειψη γνώσης μιας μαθηματικής έννοιας), ώστε να μπορούν να εντοπισθούν ομοιότητες και διαφορές σε σημεία, όπου δυσκολεύονται οι μαθητές της κάθε ομάδας, όπως σε έννοιες, σε συγκεκριμένες πράξεις, σε γνώση χειρισμού ορισμένων τύπων προβλημάτων κ.α.

### **3.2.1 Ποσοτική επεξεργασία προβλημάτων**

Για την ανάλυση των τύπων των λαθών των δύο ομάδων, χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό κριτήριο  $\chi^2$  (chi-square), με στόχο να διαπιστωθεί εάν υπάρχουν διαφοροποιήσεις μεταξύ των ομάδων στις συχνότητες του είδους των λαθών που κάνουν κατά την επίλυση μαθηματικών προβλημάτων. Στον πίνακα 2 παρουσιάζεται η συχνότητα και το ποσοστό των λαθών ανά είδος λαθών της κάθε ομάδας. Πιο συγκεκριμένα, στο σύνολο του δείγματος τα λάθη της μετάφρασης ήταν συνολικά 39,8%, για τη φάση της ολοκλήρωσης τα λάθη ήταν 45,7%, στη φάση του σχεδιασμού τα λάθη ήταν 10,1% και για τη φάση της εκτέλεσης τα λάθη ήταν 4,4% επί του συνόλου των προβλημάτων.

Όσον αφορά στη σύγκριση των παιδιών με δυσλεξία με τα τυπικά αναπτυσσόμενα παιδιά διαπιστώθηκε ότι τα πρώτα είχαν μεγαλύτερη συχνότητα λαθών (59,7%) σε σχέση με τα δεύτερα (40,3%). Η ανάλυση  $\chi^2$  (chi-square) έδειξε ότι η διαφορά αυτή ήταν στατιστικά σημαντική ( $\chi^2=22,522$ ,  $df=3$ ,  $p<0,001$ ).

Από το σύνολο λαθών της μετάφρασης, το 28,7% έγινε από τους μαθητές με δυσλεξία, ενώ το 11,1% έγινε από τους μαθητές της ομάδας ελέγχου. Από το σύνολο των λαθών στη φάση της ολοκλήρωσης, το 24,3% έγινε από τα παιδιά της

πειραματικής ομάδας, ενώ το 21,4 % από τα παιδιά της ομάδας ελέγχου. Από το σύνολο των λαθών στη φάση του σχεδιασμού το 4,2% έγινε από τα παιδιά με δυσλεξία, ενώ το 5,9% από τα παιδιά της ομάδας ελέγχου. Από το σύνολο των λαθών στη φάση της εκτέλεσης το 2,5% έγινε από τους μαθητές με δυσλεξία, ενώ το 1,9% από τα παιδιά της ομάδας ελέγχου. Όπως είναι φανερό στις τρεις φάσεις (μετάφραση, ολοκλήρωση, εκτέλεση) οι μαθητές με δυσλεξία έκαναν περισσότερα λάθη σε σχέση με την ομάδα ελέγχου. Στη φάση του σχεδιασμού, τα περισσότερα λάθη έγιναν από την ομάδα ελέγχου. Αυτό ίσως οφείλεται στο γεγονός ότι τα παιδιά με δυσλεξία, σταμάτησαν σε προηγούμενη φάση, οπότε δεν συνέχισαν στον σχεδιασμό της λύσης.

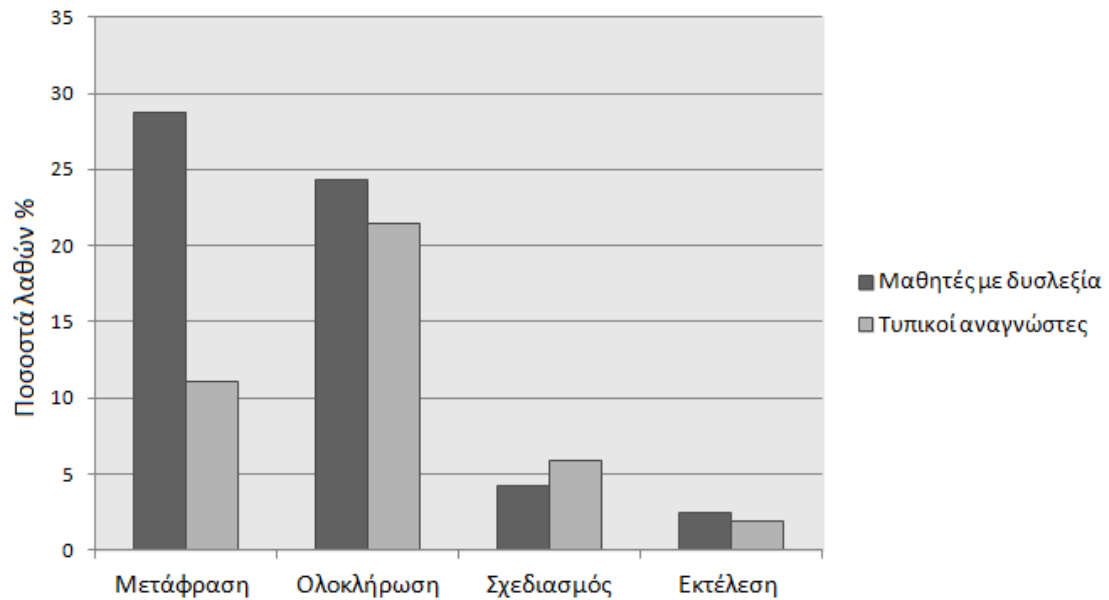
**Πίνακας 2. Συχνότητες και ποσοστά επί του συνόλου των τύπων των λαθών των μαθητών με δυσλεξία και των τυπικών αναγνωστών.**

	Μετάφραση		Ολοκλήρωση		Σχεδιασμός		Εκτέλεση		Σύνολο	
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%
Πειραματική ομάδα	137	28,7	116	24,3	20	4,2	12	2,5	285	59,7*
Ομάδα ελέγχου	53	11,1	110	21,4	28	5,9	9	1,9	192	40,3*
<b>Σύνολο Λαθών ανά φάση</b>	<b>190</b>	<b>39,8</b>	<b>218</b>	<b>45,7</b>	<b>48</b>	<b>10,1</b>	<b>21</b>	<b>4,4</b>	<b>477</b>	<b>100</b>

**\*p<0,05**

Στο ραβδόγραμμα 3 φαίνονται οι διαφορές στον τύπο των λαθών που έκαναν οι μαθητές των δύο ομάδων ανά φάση επίλυσης προβλημάτων.

**Ραβδόγραμμα 3: Ποσοστά λαθών ανά φάση επίλυσης προβλημάτων των μαθητών με δυσλεξία και των τυπικών αναγνώστών**



### 3.2.2 Ποιοτική ανάλυση λαθών

Στη συνέχεια μέσω της αποκωδικοποίησης των δεδομένων της συνέντευξης προχωρήσαμε στην ποιοτική ανάλυση των λαθών που έγιναν σε κάθε μία από τις τέσσερις φάσεις (μετάφραση, ολοκλήρωση, σχεδιασμός και εκτέλεση) της διαδικασίας επίλυσης προβλημάτων.

#### Πρώτη φάση Μετάφραση

Στην πρώτη φάση που είναι η πιο σημαντική και οι δύο ομάδες έκαναν περίπου παρόμοια μεταφραστικά λάθη με μερικές διαφορές κυρίως στη συχνότητα του κάθε είδους. Στην πρώτη συζήτηση με τους μαθητές για τη γενική κατανόηση του προβλήματος, μαθητές και των δύο ομάδων απάντησαν ότι δεν κατανοούν ορισμένες έννοιες. Μερικές από αυτές αφορούν το λεξιλόγιο των μαθηματικών (ορολογία), όπως εμβαδόν, έκπτωση, παραλληλόγραμμο, μέσος όρος, κλάσμα (ή τη μορφή  $1/20$ ) και αρνητικούς αριθμούς. Ωστόσο, οι μαθητές με δυσλεξία ανέφεραν συχνότερα δυσκολίες στη μαθηματική ορολογία. Οι αναφορές μάλιστα των μαθητών για τις συγκεκριμένες έννοιες επιβεβαιώνονταν και από την επίδοση τους στην πρώτη υποδοκιμασία του κριτηρίου, που αφορά το λεξιλόγιο.

Ορισμένοι μαθητές και στις δύο ομάδες ανέφεραν άγνοια γλωσσικών εννοιών όπως θερμίδες, απέχει (απόσταση), στεριά ή λουρίδα. Όταν οι μαθητές δεν έχουν πραγματολογική κατανόηση είναι λογικό να μην προχωρήσουν στη σωστή επίλυση του προβλήματος. Επίσης, μαθητές και των δύο ομάδων ανέφεραν ότι σε κάποια προβλήματα αυξημένης δυσκολίας δεν κατανόησαν το ζητούμενο και το γενικό νόημα. Ωστόσο, τα λάθη αυτά ήταν πιο συχνά στην ομάδα των μαθητών με δυσλεξία, παρά στην ομάδα των μαθητών τυπικής ανάπτυξης (ομάδα ελέγχου).

Το ίδιο συνέβη και στις περιπτώσεις που μαθητές γνώριζαν τις έννοιες αλλά δεν τις αναγνώρισαν ή τις παρέβλεψαν κατά την ανάγνωση της εκφώνησης, όπως «ζευγάρια» ή «ο καθένας», που πιθανόν να έπαιζαν ρόλο στη σωστή επίλυση. Έτσι, στο πρόβλημα: «*Ο Π. Πλένει 4 ζευγάρια κάλτσες και όταν τις βγάζει από το πλυντήριο λείπει η μία. Πόσες κάλτσες έβγαλε ο Πάνος από το πλυντήριο;*» η απάντηση που δόθηκε ήταν « $4 - 1 = 3$  κάλτσες». Κατά τη συνέντευξη οι μαθητές παρατήρησαν τη λέξη «ζευγάρια» εξηγώντας ότι εάν την είχαν παρατηρήσει νωρίτερα (κατά τη διάρκεια της επίλυσης) και δεν είχαν κάνει αναγνωστικό λάθος, θα έκαναν  $8 - 1 = 7$  κάλτσες. Δίνοντας προφορικά τη σωστή απάντηση (7 κάλτσες) είναι φανερό ότι ο μαθητής γνώριζε τι να κάνει, αλλά απάντησε λάθος, γιατί διάβασε λάθος την εκφώνηση. Αντίστοιχα σε πρόβλημα που αναφέρει το κόστος «...πήρε 5 μαρκαδόρους,



ο κάθε μαρκαδόρος κοστίζει 25 λεπτά», δεν είδαν τη λέξη «κάθε» με αποτέλεσμα οι μαθητές να νομίζουν ότι 25 λεπτά είναι το συνολικό κόστος. Στη συνέντευξη παρατήρησαν το λάθος (έπειτα από ερωτήσεις) και εξήγησαν την σωστή πράξη που σημαίνει ότι γνώριζαν τι έπρεπε να κάνουν. Τα λάθη αυτά, που βασίζονται σε λάθη κατά την ανάγνωση του προβλήματος, πραγματοποιήθηκαν πιο συχνά από τους μαθητές με δυσλεξία.

Σε αρκετές περιπτώσεις οι μαθητές και των δύο ομάδων έψαχναν και χρησιμοποιούσαν τις λέξεις κλειδιά του προβλήματος για να αποφασίσουν τι πράξη θα κάνουν όπως «όλα μαζί ή διαφορά», οι οποίες παραπέμπουν σε πρόσθεση ή αφαίρεση αντίστοιχα (direct translation, σύμφωνα με τη βιβλιογραφία). Πολύ συχνά όμως δεν είναι απόλυτη η αντιστοιχία λέξεων- κλειδιών με τις αντίστοιχες πράξεις. Στις εξηγήσεις των μαθητών για την λήψη απόφασης, δεν έδειξαν να κατανοούν το πρόβλημα, απλά έκαναν αυτομάτως-μηχανικά την πράξη, με αποτέλεσμα να μην προχωρήσουν σε επόμενη φάση.

Σε ορισμένα προβλήματα μαθητές με δυσλεξία, ενώ ανέφεραν ακριβώς τις έννοιες και τα δεδομένα του προβλήματος, κάποιοι μαθητές έδωσαν μια διαφορετική ερμηνεία στην εκφώνηση του κάθε προβλήματος. Παράδειγμα, μαθητής ανέφερε στο πρόβλημα: «Ο Π. Πλένει 4 ζευγάρια κάλτσες και όταν τις βγάζει από το πλυντήριο λείπει η μία. Πόσες κάλτσες έβγαλε ο Πάνος από το πλυντήριο;» ότι η απάντηση δίνεται (1 κάλτσα), καθώς ο Πάνος έβγαλε την κάλτσα γι αυτό και έλειπε. Αυτή η ερμηνεία όμως, δεν δικαιολογείται με βάση την εκφώνηση. Επιπλέον, τέτοιες ερμηνείες του προβλήματος δεν δόθηκαν από μαθητές της ομάδας ελέγχου και επιπλέον δεν δικαιολογούνται με βάση την εκφώνηση του προβλήματος.

Σε αρκετά προβλήματα μαθητές και των δύο ομάδων περιέγραψαν κάποια προβλήματα λάθος, τα οποία όμως σύμφωνα με τους μαθητές δικαιολογούνται με βάση την διατύπωση της εκφώνησης. Ωστόσο, τέτοιου είδους λάθη έκαναν κυρίως τα παιδιά της ομάδας ελέγχου, οι οποίοι διάβασαν τα προβλήματα με περισσότερη προσοχή και προβληματίστηκαν. Για παράδειγμα, στο πρόβλημα «...στους 5 μαρκαδόρους, οι κάθε δύο έχουν έκπτωση» σύμφωνα με τις απαντήσεις των μαθητών έχουν έκπτωση οι 4 μαρκαδόροι (όπως ανέφερε ένας μαθητής: «το πρόβλημα αναφέρει κάθε δύο μαρκαδόρους έχει έκπτωση 10 λεπτά, οπότε έκανα έκπτωση και στους 4 μαρκαδόρους» ενώ σημείωσαν ότι είδαν την φράση «κάθε δύο» αλλά δεν είναι σαφές το 'ζεύγος'). Αντιθέτως, οι μαθητές με δυσλεξία περιέγραψαν κάποια προβλήματα με ερμηνεία που δεν δικαιολογούνταν με την βάση την εκφώνηση.

Τα μεταφραστικά λάθη, όπως αναφέρθηκε, ήταν περισσότερα στους μαθητές με δυσλεξία και αυτά αφορούσαν κυρίως άγνοια εννοιών ή έλλειψη πραγματολογικής γνώσης, καθώς και αναγνωστικά λάθη. Οι μαθητές με δυσλεξία δυσκολεύτηκαν σε αρκετά προβλήματα κατά την πρώτη ανάγνωση και αποκωδικοποίηση του προβλήματος. Δύο μαθητές στην ομάδα αυτή, δυσκολεύτηκαν τόσο στην αποκωδικοποίηση κατά την ανάγνωση των προβλημάτων, όσο και στην κατανόηση τους, με αποτέλεσμα να λύσουν ελάχιστα προβλήματα στο σύνολο της υποδοκιμασίας. Αντιθέτως, τα παιδιά της ομάδας ελέγχου στα περισσότερα μεταφραστικά λάθη, έψαχναν λέξεις-κλειδιά, κάνοντας με σιγουριά (λανθασμένα) την αντίστοιχη πράξη χωρίς επιπλέον σκέψη, είτε προβληματίστηκαν για την εκφώνηση με εξηγήσεις που θα μπορούσαν να δικαιολογηθούν με βάση την εκφώνηση. Επιπλέον, οι μαθητές τυπικής ανάπτυξης δεν έκαναν αναγνωστικά λάθη, παρά μόνο ελάχιστα, ούτε δυσκολεύτηκαν στην αποκωδικοποίηση.

### **Δεύτερη φάση Ολοκλήρωση**

Αυτή η φάση είναι πολύ σημαντική, καθώς έπειτα από την αδρή κατανόηση των εννοιών του προβλήματος και τον εντοπισμό των δεδομένων και των ζητούμενων, οι μαθητές πρέπει να εντοπίσουν τη σχέση μεταξύ τους και να δημιουργήσουν μια συνολική εικόνα της κατάστασης. Ενώ έχουν διακρίνει όλα τα στοιχεία, πρέπει να δώσουν σημασία μόνο στα σημαντικά και να χρησιμοποιήσουν μόνο όσα χρειάζονται.

Σε ορισμένα προβλήματα μαθητές και από τις δύο ομάδες, ανέφεραν ότι παρόλο που κατανόησαν το πρόβλημα, αυτό παρείχε πολλές πληροφορίες με αποτέλεσμα να μην μπορούν συνδέσουν τα στοιχεία μεταξύ τους. Κατά συνέπεια δεν μπορούσαν να καταλάβουν τη σειρά, με την οποία πρέπει να χειριστούν τα δεδομένα και να προχωρήσουν στις αντίστοιχες ενέργειες. Αυτό αναφέρθηκε περισσότερο από τους μαθητές με δυσλεξία, οι οποίοι ακόμη και σε περιπτώσεις που κατανοούσαν όλα τα δεδομένα δεν ήξεραν τις απαιτούμενες ενέργειες.

Επίσης, πολλοί μαθητές και στις δύο ομάδες χρησιμοποίησαν άσχετες πληροφορίες, δείχνοντας αδυναμία χειρισμού των δεδομένων και διάκρισης των πιο σημαντικών, καθώς και το αντίστροφο με την άγνοια χρήσιμων στοιχείων για την επίλυση του προβλήματος, θεωρώντας τα μη σχετικά.

Επίσης, σημαντικό σε αυτή τη φάση είναι οι γενικές γνώσεις του μαθητή και η κατάλληλη εμπειρία του με συγκεκριμένους τύπους προβλημάτων. Ο μαθητής πρέπει

να αναγνωρίσει τον τύπο του προβλήματος, το οποίο πρέπει να λύσει, προκειμένου να καθορίσει τις απαραίτητες ενέργειες. Ωστόσο, όπως αναφέρεται και στη βιβλιογραφία πολλοί μαθητές μετατρέπουν ένα πρόβλημα χαμηλής συχνότητας σε πρόβλημα υψηλής συχνότητας, χρησιμοποιώντας ένα υπόδειγμα που έχουν μάθει για να λύνουν παρόμοια προβλήματα που συναντούν πιο συχνά. Τέτοιου είδους λάθη έκαναν οι μαθητές και των δύο ομάδων, με περισσότερα λάθη να σημειώνονται στην ομάδα των μαθητών με δυσλεξία. Έτσι, στο πρόβλημα «...*Η γάτα του Πέτρου είχε 5 μικρά γατάκια. Ο Πέτρος έδωσε ένα κόκκινο γατάκι στον Αντρέα και ένα άσπρο γατάκι στη Σοφία...Πόσα γατάκια έδωσε ο Πέτρος μέχρι τώρα;*» πολλοί μαθητές και από τις δύο ομάδες απάντησαν πως νόμιζαν ότι το ζητούμενο είναι «πόσα γατάκια έμειναν», κάνοντας αφαίρεση ( $5-2=3$ ). Όταν ρωτήθηκαν για το λόγο, ανέφεραν ότι αφού αναφέρει πρώτα το σύνολο και μετά αυτά που χάρισε λογικά το ζητούμενο είναι πόσα έμειναν, και λογικά πρέπει να γίνει αφαίρεση. Οι μαθητές ανέφεραν μάλιστα ότι διάβασαν σωστά το πρόβλημα («...πόσα έδωσε μέχρι τώρα»), αλλά όταν έπρεπε να σκεφτούν τις ενέργειες αποφάσισαν σαν να αναζητούσαν πόσα γατάκια έμειναν, χρησιμοποιώντας αφαίρεση, λόγω της δομής του προβλήματος. Παράδειγμα, ένας μαθητής απάντησε « ... είδα το έδωσε, αλλά νόμιζα ότι έπρεπε να βρω πόσα του έμειναν... αλλιώς γιατί να είχε το 5 στην αρχή;». Αντίστοιχα, σε προβλήματα που εισάγουν την έννοια της σύγκρισης, μαθητές και των δύο ομάδων δυσκολεύτηκαν σε τέτοιου είδους προβλήματα, μετατρέποντας τις συσχετιστικές προτάσεις σε προσδιοριστικές. Παράδειγμα «*από τις 1500 θερμίδες έτρωγε 800 θερμίδες για βραδινό...οι θερμίδες του μεσημεριανού ήταν 3 φορές περισσότερες από ότι του πρωινού*». Ακόμη και εάν οι μαθητές έβρισκαν το πρωινό, που αποτελεί μια ακόμη δυσκολία στο συγκεκριμένο πρόβλημα, (καθώς οι μαθητές δεν αντιλαμβάνονταν ότι πρέπει να βρουν πρώτα το πρωινό), το έκαναν επί 3 (πολλαπλασιασμό) χωρίς να λαμβάνουν υπόψη την σύγκριση (περισσότερες) με το ένα επιπλέον γεύμα, ώστε να υπολογίζουν 4 γεύματα και να κάνουν την απαραίτητη σύγκριση. Ωστόσο, ενώ είναι παρόμοιο το λάθος, κατά το χειρισμό της σύγκρισης μεταξύ των δύο ομάδων, μερικοί μαθητές με δυσλεξία δεν κατανόησαν καθόλου τη σύγκριση μεταξύ των τιμών.

### **Τρίτη φάση Σχεδιασμός**

Στην φάση αυτή σημειώθηκαν λιγότερα λάθη σε σχέση με τις δύο προηγούμενες φάσεις. Ο λόγος είναι ότι πολλοί μαθητές και των δύο ομάδων, λόγω λαθών σε προηγούμενες φάσεις, δεν έφτασαν στην φάση του σχεδιασμού, καθώς είτε δεν είχαν

κατανοήσει το πρόβλημα (φάση μετάφρασης), είτε δεν γνώριζαν τις απαραίτητες ενέργειες (φάση ολοκλήρωσης) για να αποφασίσουν τι πράξη χρειάζεται να κάνουν.

Όσοι μαθητές και από τις δύο ομάδες έφτασαν στο στάδιο αυτό έκαναν λάθος στην επιλογή του σχεδιασμού και της επιλογής των πράξεων, ενώ γνώριζαν τις ενέργειες που έπρεπε να κάνουν. Παράδειγμα, κατανοούσαν την αναλογία που χρειάζεται να βρουν (είτε με κλάσμα, είτε με ανάλογα ποσά) ή την ένωση ποσών (πρόσθεση), αλλά η επιλογή της πράξης, παρόλο που δικαιολογήθηκε από το μαθητή δεν έχει κάποια μαθηματική βάση σχετικά με το πρόβλημα. Επιπλέον, οι μαθητές με δυσλεξία στη φάση του σχεδιασμού προσπαθώντας να λύσουν προβλήματα, και ενώ είχαν κατανοήσει το πρόβλημα, χρησιμοποίησαν είτε πράξεις που δεν είχαν σχέση με το πρόβλημα, είτε έκαναν τις μισές ενέργειες και δεν γνώριζαν τον τρόπο που μπορούν να συνεχίσουν, είτε διάλεγαν τυχαίες πράξεις.

Σε κάποια προβλήματα, οι μαθητές και των δύο ομάδων γνώριζαν τα βήματα που πρέπει να κάνουν αλλά δεν γνώριζαν τον τύπο ή την πράξη που χρειάζεται για την εύρεση ενός τέτοιου προβλήματος. Στο σημείο αυτό η άγνοια αλγορίθμων, δεν αφορά τον εκτελεστικό τομέα (όπως σειρά βημάτων στον αλγόριθμο της πρόσθεσης) αλλά την άγνοια ορισμένων τύπων (όπως τύπο για το εμβαδόν ή πράξεις για Μέσο όρο, πράξεις με αρνητικούς αριθμούς κ.α.), που μπορεί να μην γνωρίζουν για να χρησιμοποιήσουν και έτσι να μην μπορούν να προχωρήσουν στην εκτέλεση. Τα λάθη αυτά ήταν εξίσου ίδια και στις δύο ομάδες. Ωστόσο, οι μαθητές της ομάδας ελέγχου κατάφεραν να φτάσουν στον σχεδιασμό προβλημάτων αυξημένης δυσκολίας για την ηλικία τους, τα οποία κατανοούσαν, αλλά δεν γνώριζαν τον τύπο, βρίσκοντας εναλλακτικούς τρόπους για την επίλυση προβλημάτων (πρακτικούς τρόπους ή σειρά επιπλέον πράξεων, ασχέτως εάν και πάλι δεν έλυναν το πρόβλημα). Για παράδειγμα, στο πρόβλημα: *«Οι βαθμοί του Κώστα ήταν 17,16,18,19 και 18 ...τι βαθμό πρέπει να πάρει στο επόμενο μάθημα για να βγάλει μέσο όρο 18;»* μαθητές της ομάδας ελέγχου, ανέφεραν αρχικά ότι ξέρουν τι είναι ο μέσος όρος αλλά δεν τον έχουν διδαχτεί και δεν γνωρίζουν τον τύπο. Ωστόσο, δοκίμασαν σε επιπλέον φύλλο (πρόχειρο) τρόπους για να βρουν τον επιπλέον βαθμό, που οδηγεί στο αποτέλεσμα του μέσου όρου (18). Αντιθέτως, οι μαθητές με δυσλεξία, διαβάζοντας τα δύσκολα προβλήματα προς το τέλος του κριτηρίου δεν κατανόησαν καθόλου τα ζητούμενα ή τις σχέσεις μεταξύ τους (φάση ολοκλήρωσης) με αποτέλεσμα να μην προσπαθήσουν να σχεδιάσουν κάποια λύση.

### **Τέταρτη φάση: Εκτέλεση**

Στη φάση αυτή ενώ παρατηρήθηκαν τα λιγότερα λάθη και στις δύο ομάδες για το λόγο που προαναφέρθηκε (λάθη προηγούμενων φάσεων), τα λάθη μεταξύ των δύο ομάδων διέφεραν κάνοντας τις αντίστοιχες πράξεις-υπολογισμούς. Οι μαθητές με δυσλεξία έκαναν λάθη στην αφαίρεση  $9-0=0$  αντί για  $9-0=9$ , κάνοντας λάθη στην αφαίρεση του μηδενός. Ορισμένοι μαθητές έκαναν νοερούς υπολογισμούς, χωρίς να καταγράψουν καθόλου την πράξη με αποτέλεσμα να έχουν επιλέξει τη σωστή πράξη, αλλά να βρίσκουν λάθος αποτέλεσμα. Επίσης, έγιναν λάθη στην πρόσθεση ( $7+2=8$ ), στον πολλαπλασιασμό ( $4 \times 2=6$ ), στην αφαίρεση από  $9.364.925 - 203.013$  όπου έκαναν σωστή αφαίρεση ξεχνώντας να 'κατεβάσουν' στο αποτέλεσμα την τιμή 9 εκατομμύρια (από τη θέση του μειωτέου, στο αποτέλεσμα, ενώ δεν υπάρχει αντίστοιχη τιμή στον αφαιρετέο). Τέλος, ενώ εξηγούσαν προφορικά την πράξη σωστά (όπως μία πρόσθεση) η πράξη ήταν γραπτώς λανθασμένη έπειτα από τη σύγχυση συμβόλου της ώρα της επίλυσης (παράδειγμα σύμβολα πρόσθεσης-αφαίρεσης). Τέλος, ορισμένοι μαθητές ανέφεραν ότι ξέχασαν τα κρατούμενα.

Τα παιδιά της ομάδας ελέγχου, έκαναν κυρίως λάθη όπως η λάθος αντιγραφή των αριθμών πριν την επίλυση της πράξης, γνώση τύπου της εξίσωσης, αλλά διακοπή λόγω άγνοιας αλγορίθμου (στη σειρά βημάτων), λάθη στους πολλαπλασιασμούς με διψήφιους ( $15 \times 16$ ) και λάθη στη νοερή εκτέλεση πολλαπλασιασμών, που σημειώθηκε και στους μαθητές της πειραματικής ομάδας σε μικρότερη συχνότητα.

### **Πέμπτη Φάση Έλεγχος**

Η πέμπτη φάση του ελέγχου (Αγαλιώτης, 2011), δεν αξιολογήθηκε ποσοτικά, αλλά μόνο ποιοτικά. Στα πλαίσια της συνέντευξης ο κάθε μαθητής απάντησε εάν πραγματοποιεί έλεγχο στις απαντήσεις του ή χρησιμοποιεί επαληθεύσεις και εάν προβληματίζεται ως προς το αποτέλεσμα σε σχέση με την αρχική του εκτίμηση. Επίσης, σημαντικό είναι εάν ο μαθητής έχει μάθει να κάνει έλεγχο ως μέρος της διαδικασίας επίλυσης προβλημάτων, καθώς με τον έλεγχο είναι πιο πιθανόν να εντοπισθούν λάθη και να διορθωθούν σε σχέση με την απουσία ελέγχου και επαληθεύσεων. Οι περισσότεροι μαθητές και των δύο ομάδων, απάντησαν ότι δεν έκαναν έλεγχο και ανέφεραν ότι δεν κάνουν έλεγχο ούτε στο σχολείο, ενώ εάν κάνουν είναι νοερός χωρίς γραπτές επαληθεύσεις. Μερικοί μαθητές απάντησαν ότι κάνουν έλεγχο γενικότερα, αλλά στο κριτήριο που απάντησαν δεν έλεγξαν τις απαντήσεις.

Οι μαθητές με δυσλεξία ανέφεραν ότι έκαναν νοερό έλεγχο μόνο σε όσα δυσκολεύτηκαν και αμφέβαλαν για την ορθότητα της απάντησης, ενώ μόνο μια μαθήτρια, απάντησε ότι έκανε έλεγχο σε όλα, καθώς κάνει πάντα. Στην ομάδα ελέγχου έκαναν έλεγχο στις απαντήσεις περισσότεροι μαθητές απ' ότι στην πειραματική ομάδα. Ωστόσο, και σε αυτήν την ομάδα ο έλεγχος στις περισσότερες περιπτώσεις ήταν νοερός, ενώ μόνο δύο μαθητές ανέφεραν γραπτές επαληθεύσεις και όχι σε όλα τα προβλήματα, αλλά σε αυτά που αντιμετώπισαν τη μεγαλύτερη δυσκολία ή δεν θεώρησαν λογικό το αποτέλεσμα.

Έπειτα από την ποσοτική επεξεργασία της επίλυσης προβλημάτων, όπου σημειώθηκαν διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων, διαπιστώθηκαν και ποιοτικές διαφορές στο είδος των λαθών που κάνουν στην κάθε φάση επίλυσης προβλημάτων. Αν και οι μαθητές και των δύο ομάδων έκαναν μεταφραστικά λάθη ή λάθη ολοκλήρωσης, δεν ήταν όλα ίδιου είδους λάθη. Από τις απαντήσεις των μαθητών με δυσλεξία φάνηκε ότι παρουσιάζουν δυσκολία κυρίως στην αποκωδικοποίηση, στην κατανόηση εννοιών και του συνολικού νοήματος του προβλήματος, ενώ αγνοούν έννοιες του μαθηματικού λεξιλογίου σε μεγαλύτερο βαθμό από τους μαθητές τυπικής ανάπτυξης. Οι μαθητές της ομάδας ελέγχου έκαναν μεταφραστικά λάθη κυρίως σε περιπτώσεις όπου κατανοούσαν το πρόβλημα διαφορετικά με βάση την εκφώνηση.

Παρόμοιες διαφορές σημειώθηκαν και στην δεύτερη φάση της ολοκλήρωσης, όπου οι μαθητές της πειραματικής ομάδας παρουσίασαν τη μεγαλύτερη δυσκολία στον εντοπισμό των σχέσεων μεταξύ των δεδομένων, στη μετατροπή προβλημάτων σε υψηλής συχνότητας προβλήματα και χρήση επιπλέον άσχετων πληροφοριών, στην προσπάθεια τους να διακρίνουν τις σημαντικές από τις ασήμαντες πληροφορίες (όπως και οι μαθητές τυπικής ανάπτυξης). Αυτό ίσως οφείλεται στο χαρακτηριστικό του κριτηρίου αυτού, που όπως προαναφέρθηκε δεν έχει τη διατύπωση των προβλημάτων του σχολικού εγχειριδίου. Έτσι, τα παιδιά σε προβλήματα των σχολικών βιβλίων χρησιμοποιούν όλες τις πληροφορίες για να λύσουν ένα πρόβλημα με αποτέλεσμα εδώ οι ασήμαντες πληροφορίες να αποτελούν σημαντικό εμπόδιο.

Ίδιες διαφορές σημειώθηκαν και στον σχεδιασμό με τη διαφορά ότι οι μαθητές της πειραματικής ομάδας, στα περισσότερα προβλήματα δεν έφτασαν καθόλου στη φάση αυτή, σε σχέση με την ομάδα ελέγχου, όπου παρουσίασαν δυσκολίες σχετικά με την έλλειψη γνώσης συγκεκριμένων αλγορίθμων.

Στην φάση της εκτέλεσης, παρουσίασαν εξίσου αξιοσημείωτες διαφορές, με τα λάθη των παιδιών με δυσλεξία να οφείλονται σε γενικές δυσκολίες τους στην εκτέλεση μαθηματικών πράξεων και υπολογισμών.

Τέλος, στην φάση του ελέγχου οι μαθητές και των δύο ομάδων φαίνεται ότι δεν ελέγχουν τα προβλήματα, με αποτέλεσμα πολλά λάθη, που θα μπορούσαν να έχουν αποφευχθεί να παραμένουν λανθασμένα, όπως λάθη αναγνωστικά, λάθη εκτέλεσης και άλλα.

Συμπερασματικά, ύστερα από τη ποιοτική ανάλυση των δεδομένων αναφορικά με τους τύπους προβλημάτων που κάνουν οι μαθητές των δύο ομάδων, προκύπτει ότι οι μαθητές με δυσλεξία δυσκολεύονται περισσότερο κατά το πρώτο στάδιο επίλυσης, επομένως χωρίς πραγματολογική κατανόηση είναι αναμενόμενο να μην μπορούν να προχωρήσουν στην επιτυχή επίλυση των προβλημάτων. Οι μαθητές τυπικής ανάπτυξης, έκαναν αρκετά λάθη στην φάση της μετάφρασης, ωστόσο τα περισσότερα λάθη έγιναν στην φάση της ολοκλήρωσης, που σημαίνει ότι κατανόησαν τα προβλήματα αλλά δυσκολεύτηκαν στην δημιουργία συνολικής εικόνας μεταξύ δεδομένων και ζητούμενων. Ωστόσο, τα λάθη των παιδιών με δυσλεξία σε όλες τις φάσεις επίλυσης προβλημάτων, ακόμη και εάν ήταν παρόμοια με αυτά των παιδιών τυπικής ανάπτυξης, ήταν πολύ πιο συχνά, απ' ό,τι στην ομάδα ελέγχου.

## 4<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ

### ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Όπως προαναφέρθηκε, οι κυριότερες δυσκολίες των ατόμων με δυσλεξία, είναι στα φωνολογικά ελλείμματα και στην επεξεργασία του γραπτού λόγου. Ωστόσο, τα γνωστικά ελλείμματα που παρουσιάζουν οι δυσλεκτικοί έχει αναφερθεί ότι επηρεάζουν και τον τομέα των μαθηματικών (Freda, et al., 2008· Evans, et al., 2014· Chinn, 2001). Έτσι, σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν η διερεύνηση της μαθηματικής επάρκειας και των δυσκολιών στην επίλυση μαθηματικών προβλημάτων σε μαθητές με δυσλεξία και μαθητές τυπικής ανάπτυξης.

#### 4.1 Η Μαθηματική Επάρκεια των παιδιών με δυσλεξία

Με βάση την πρώτη ερευνητική υπόθεση αναμένονταν διαφοροποίηση ανάμεσα στη μαθηματική επάρκεια των μαθητών με δυσλεξία σε σχέση με τους τυπικής ανάπτυξης συμμαθητές τους. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της έρευνας πράγματι οι μαθητές με δυσλεξία παρουσίασαν χαμηλότερες επιδόσεις σε όλες τις ενότητες του κριτηρίου μαθηματικής επάρκειας (μαθηματικό λεξιλόγιο, υπολογισμοί, επίλυση μαθηματικών προβλημάτων), επιβεβαιώνοντας την υπόθεση μας. Επιπλέον, είναι αξιοσημείωτο, ότι ενώ σύμφωνα με τη διάγνωση τους δεν παρουσιάζουν επιπρόσθετες δυσκολίες στα μαθηματικά, σημείωσαν χαμηλότερες επιδόσεις, σε όλες τις υποδοκίμασιες του κριτηρίου.

Πιο συγκεκριμένα, οι μαθητές με δυσλεξία παρουσίασαν δυσκολίες στον εννοιολογικό τομέα, όπως δυσκολίες σε προβλήματα λόγω έλλειψης κατανόησης της εννοιολογικής δομής (όπως έννοια του μέσου όρου των βαθμών, έννοια που δεν γνωρίζουν, ή έννοιες όπως εμβαδόν ή παραλληλόγραμμο κ.α.). Τα ευρήματα αυτά συμφωνούν με τις απόψεις των Politt, et al., (2004) οι οποίοι αναφέρουν ότι οι μαθητές με δυσλεξία παρουσιάζουν δυσκολίες στον εννοιολογικό τομέα, και συγκεκριμένα σε έννοιες – ορολογία όπως ‘εμβαδόν’, ‘υπολογισμός’, κ.α. οι οποίες είναι πιθανό να μην είναι οικείες στους μαθητές με δυσλεξία.

Επίσης, τα αποτελέσματα μας έδειξαν ότι οι μαθητές με δυσλεξία έκαναν περισσότερα λάθη στους υπολογισμούς σε σχέση με την ομάδα ελέγχου. Το αποτέλεσμα αυτό είναι σύμφωνο με προηγούμενα ευρήματα. Σύμφωνα με την Βρετανική Εταιρεία Δυσλεξίας (British Dyslexia Association, 2019) οι δυσλεκτικοί μαθητές μπορεί να έχουν δυσκολίες στα μαθηματικά, όπως σύγχυση της αξίας θέσης



αριθμών (μονάδων, κ.λπ.), σύγκυση μεταξύ των συμβόλων (όπως + x), δυσκολία στην απομνημόνευση σε διαδοχική σειρά (πίνακες και αριθμητικούς συνδυασμούς) ή να χρειάζονται βοήθεια στον υπολογισμό απλών πράξεων. Οι Boets και De Smedt (2010) διαπίστωσαν επίσης ότι τα παιδιά με δυσλεξία παρουσίασαν χαμηλότερα αποτελέσματα σε υπολογισμούς. Επίσης, στην έρευνα μας οι μαθητές με δυσλεξία παρουσίασαν δυσκολίες και σε δύσκολες πράξεις με δεκαδικούς αριθμούς, κλάσματα και στο ερώτημα για την εύρεση ποσοστού. Το αποτέλεσμα αυτό συμφωνεί με την Henderson (2013) που υποστηρίζει ότι οι μαθητές με δυσλεξία δυσκολεύονται στην αναγνώριση δεκαδικών αριθμών, στα κλάσματα και στα ποσοστά.

Επίσης, οι μαθητές με δυσλεξία σύμφωνα με τα αποτελέσματα μας, παρουσίασαν χαμηλότερες επιδόσεις και στην υποδοκιμασία της επίλυσης προβλημάτων, σε σχέση με τους τυπικά αναπτυσσόμενους συμμαθητές τους. Το εύρημα αυτό συμφωνεί με προηγούμενες έρευνες, όπως αυτή των Träff και Passolunghi (2015) οι οποίοι αναφέρουν ότι λόγω των φωνολογικών δυσκολιών των παιδιών με δυσλεξία επηρεάζεται μεταξύ άλλων και η επίλυση μαθηματικών προβλημάτων. Επιπλέον, οι Vuković, et al., (2010) αναφέρουν ότι για την επίλυση προβλημάτων είναι κατά 4.98 φορές πιο πιθανό για τους δυσλεκτικούς μαθητές να παρουσιάσουν δυσκολία στην επίλυση μαθηματικών προβλημάτων.

Ένα ακόμη στοιχείο που είναι σημαντικό να σημειωθεί, παρότι δεν αποτυπώνεται στα αποτελέσματα μας είναι ότι υπήρχε διαφορά στο χρόνο που χρειάστηκαν οι μαθητές των δύο ομάδων για τη συμπλήρωση του κριτηρίου. Σύμφωνα με τον οδηγό του κριτηρίου, δεν υπήρχε χρονικός περιορισμός και οι δοκιμασίες δεν ήταν χρονομετρημένες. Ωστόσο, ο χρόνος που χρειάστηκαν οι μαθητές με δυσλεξία ορισμένες φορές ήταν περισσότερος σε σχέση με τον χρόνο που χρειάστηκαν οι μαθητές χωρίς δυσλεξία. Επιπλέον, ορισμένοι μαθητές χρειάστηκαν περισσότερο χρόνο σε ορισμένα μόνο ερωτήματα των υποδοκιμασιών (άλλοι μαθητές μόνο σε έννοιες, άλλοι μαθητές μόνο στους πολλαπλασιασμούς κ.λπ.). Το αποτέλεσμα αυτό συμφωνεί με προηγούμενες έρευνες όπως του Chinn (1995), ο οποίος διαπίστωσε ότι οι μαθητές χρειάζονται περισσότερο χρόνο. Παρόμοια αποτελέσματα ανέφεραν και οι Simmons και Singleton (2006) οι οποίοι διαπίστωσαν ότι οι μαθητές με δυσλεξία είναι πιο αργοί στην ανάκτηση αριθμητικών δεδομένων, ενώ και οι Turner Ellis et al. (1996) εξετάζοντας την ταχύτητα στον πολλαπλασιασμό σε μαθητές με δυσλεξία, επεσήμαναν ότι αργούν να απαντήσουν σε σχέση με τους συμμαθητές τους.

Παρόμοια αποτελέσματα βρήκαν και οι Reiter, et al., (2005) καθώς και οι Boets και De Smedt (2010).

Για τη χαμηλότερη επάρκεια των μαθητών με δυσλεξία, είναι πιθανόν να οφείλονται και οι ιδιαίτερες δυσκολίες της ομάδας αυτής στα μαθηματικά, όπως αδυναμίες στην οπτική αντίληψη (Politt, et al., 2004), δυσκολίες προσανατολισμού (Malmer, 2000· Politt, et al., 2004), τα οπτικοχωρικά ελλείμματα (Miles, Haslum, & Wheeler, 2001), η μνήμη που μπορεί να αποτελεί και προβλεπτικό παράγοντα (Andersson, 2007) και δεξιότητες ακολουθίας που δεν είναι αυτοματοποιημένες στα παιδιά με δυσλεξία (Fawcett and Nicholson, 1999).

#### **4.1.2 Τύποι λαθών στην επίλυση μαθηματικών προβλημάτων**

Με βάση τη δεύτερη ερευνητική υπόθεση αναμένονταν να διαπιστωθεί διαφοροποίηση στον τύπο των λαθών που κάνουν οι μαθητές των δύο ομάδων στην υποδοκιμασία της επίλυσης μαθηματικών προβλημάτων. Η ποσοτική επεξεργασία των τύπων των λαθών και τα αποτελέσματα της ποιοτικής ανάλυσης, έδειξαν ότι πράγματι οι μαθητές με δυσλεξία κάνουν διαφορετικού τύπου λάθη κατά την επίλυση προβλημάτων ή ακόμη και εάν είναι παρόμοια με αυτά της ομάδας ελέγχου, είναι πιο συχνά. Επομένως, επιβεβαιώνεται και η 2<sup>η</sup> ερευνητική υπόθεση, καθώς πράγματι οι μαθητές με δυσλεξία διαφοροποιούνται από τους μαθητές της ομάδας ελέγχου, στους τύπους των λαθών που πραγματοποιούν.

Από τις απαντήσεις των μαθητών της πειραματικής ομάδας, φάνηκε ότι οι μαθητές με δυσλεξία έκαναν λάθη στη φάση της μετάφρασης, καθώς παρουσιάζουν δυσκολία κυρίως στην αποκωδικοποίηση, στην κατανόηση εννοιών και του συνολικού νοήματος του προβλήματος. Σε αυτές τις δυσκολίες σημαντικό ρόλο μπορεί να παίζει η διατύπωση, καθώς σύμφωνα και με τους Politt, et al., (2004) οι μαθητές με δυσλεξία μπορεί να παρουσιάζουν δυσκολίες στην κατανόηση του γραπτού λόγου και ειδικά σε οδηγίες περίπλοκες ή αντίστροφες από αυτές που γνωρίζουν. Έτσι, σε προβλήματα που ήταν πιο περίπλοκα από τα συνήθη στα σχολικά εγχειρίδια είναι λογικό να παρουσιάζουν δυσκολία.

Επιπλέον, μαθητές και των δύο ομάδων, με μεγαλύτερη συχνότητα στην ομάδα των παιδιών με δυσλεξία, ανέφεραν ότι δεν γνωρίζουν έννοιες του μαθηματικού λεξιλογίου σε μεγαλύτερο βαθμό από ότι οι μαθητές της ομάδας ελέγχου. Τα ευρήματα αυτά για δυσκολίες στις μαθηματικές έννοιες όπως έχει ήδη αναφερθεί

συμφωνούν με τις απόψεις των Politt, et al., (2004), που αναφέρουν ότι η άγνωστη ορολογία για τους μαθητές με δυσλεξία μπορεί να έχει συνέπειες στην κατανόηση του προβλήματος. Οι μαθητές της ομάδας ελέγχου έκαναν επίσης μεταφραστικά λάθη και λόγω άγνωστων εννοιών, αλλά κυρίως σε περιπτώσεις όπου κατανοούσαν το πρόβλημα διαφορετικά με βάση την εκφώνηση.

Επιπλέον, υπήρχαν και δύο περιπτώσεις μαθητών που δυσκολεύτηκαν στην αποκωδικοποίηση των εκφωνήσεων (μόνο στην πειραματική ομάδα) με αποτέλεσμα να μην μπορούν να αντλήσουν τις πληροφορίες από την εκφώνηση. Το εύρημα αυτό είναι σύμφωνο με ερευνητές (Malmer, 2000· Lawson, et al., 2003) που υποστηρίζουν ότι είναι πιθανόν ένας μαθητής να δυσκολευτεί στην κατανόηση του προβλήματος λόγω των αναγνωστικών δυσκολιών του (έλλειψη αναγνωστικής ευχέρειας, αργή ανάγνωση, δυσκολία σε μακροσκελή κείμενα κ.α. όπως αναφέρουν οι Lawson, et al., 2003). Ενώ, η Malmer (2000) επισημαίνει ότι η αποκωδικοποίηση των λέξεων απαιτεί πάρα πολλή ενέργεια, με σημαντικές επιπτώσεις στην κατανόηση. Έτσι, οι δύο αυτοί μαθητές άργησαν τόσο να αποκωδικοποιήσουν το κείμενο, που δεν κατανόησαν ουσιαστικά το βαθύτερο νόημα του. Το εύρημα αυτό συμφωνεί με τους Vukovic, et al., 2010) οι οποίοι αναφέρουν ότι η μαθηματική επίδοση επηρεάζεται από τις αναγνωστικές δυσκολίες και από τον τύπο και το βαθμό αυτών. Επίσης, και άλλοι μαθητές με δυσλεξία ανέφεραν δυσκολίες που αφορούσαν την κατανόηση του προβλήματος λόγω αναγνωστικών λαθών (πιο συχνά στην ομάδα των μαθητών με δυσλεξία). Επιπλέον, όπως αναφέρει ο Clements (1980, ο.α. στο Αγαλιώτης, 2011) οι αναγνωστικές δυσκολίες είναι πιθανόν να οδηγούν σε λάθος αντίληψη για τα αριθμητικά δεδομένα.

Επιπλέον, οι μαθητές με δυσλεξία περιέγραψαν το πρόβλημα διαφορετικά, κάτι που δεν αναμένονταν με βάση την εκφώνηση ή σε ορισμένες περιπτώσεις, δεν κατανοούσαν την εκφώνηση λόγω τη διατύπωσης. Το αποτέλεσμα αυτό είναι σύμφωνο με τις απόψεις του Smith (1996, ο.α. στο Chinn & Ashcroft, 2017), ο οποίος αναφέρει ότι οι δυσλεκτικοί μπορεί να κάνουν λάθη που μπορεί να οφείλονται και σε χαρακτηριστικά της διατύπωσης, όπως οι μικρές αλλαγές στη διατύπωση, ή η σειρά των αριθμών όταν πρόκειται για αφαίρεση. Ωστόσο, τέτοιους είδους λάθη δεν σημειώθηκαν από τους μαθητές τυπικής ανάπτυξης. Εκτός από μερικά αναγνωστικά λάθη, οι μαθητές τυπικής ανάπτυξης δεν παρουσίασαν ιδιαίτερες δυσκολίες, ούτε στην αποκωδικοποίηση, ούτε στην κατανόηση, ενώ τα περισσότερα λάθη κατανόησης σύμφωνα με τις αναφορές των μαθητών αυτών, οφείλονται σε

λανθασμένη διατύπωση. Επιπλέον, οι εξηγήσεις που ανέφεραν οι μαθητές τυπικής ανάπτυξης ήταν λογικές με βάση την εκφώνηση.

Επίσης, οι μαθητές και των δύο ομάδων που έκαναν λάθη στη φάση της μετάφρασης ανέφεραν ότι λόγω πολλών πληροφοριών του προβλήματος, έδωσαν σημασία μόνο στις πληροφορίες- λέξεις, που θεώρησαν ότι είναι χρήσιμες, ώστε να αποφασίσουν για την πράξη που θα κάνουν. Αυτή μάλιστα η στρατηγική όπως αναφέρουν οι Hegarty, Mayer, και Monk (1995) είναι μια στρατηγική των μη αποτελεσματικών λυτών και αυτός ίσως είναι ένας λόγος που οι μαθητές που στηρίχτηκαν σε λέξεις-κλειδιά απέτυχαν στη λύση του προβλήματος.

Παρόμοιες διαφορές σημειώθηκαν και στην δεύτερη φάση της ολοκλήρωσης. Τα λάθη των μαθητών της ομάδας ελέγχου όπως ήδη προαναφέρθηκε είναι περισσότερα σε αυτή τη φάση (μεταξύ των μαθητών αυτής της ομάδας), πιθανόν επειδή δεν δυσκολεύτηκαν στη φάση της μετάφρασης και έφτασαν στη φάση της ολοκλήρωσης. Οι μαθητές με δυσλεξία παρουσίασαν τη μεγαλύτερη δυσκολία στον εντοπισμό των σημαντικών και ασήμαντων στοιχείων και των σχέσεων μεταξύ των δεδομένων. Επιπλέον, δυσκολεύτηκαν και στον τύπο των προβλημάτων, μετατρέποντας προβλήματα χαμηλής συχνότητας σε προβλήματα υψηλής συχνότητας ανάλογα με τη δομή τους. Πιο συγκεκριμένα, πολλοί μαθητές και στις δύο ομάδες χρησιμοποίησαν άσχετες πληροφορίες, χωρίς να μπορούν να διακρίνουν τις πιο σημαντικές, ή αγνόησαν χρήσιμα στοιχεία τα οποία δεν έλαβαν υπόψη τους. Το εύρημα αυτό συμφωνεί με άλλους ερευνητές (Littlefield & Rieser, 1993· Low & Over, 1989,1990, ο.α. στο Hegarty, et al.,1995) που υποστηρίζουν ότι οι ασήμαντες πληροφορίες, παίζουν σημαντικό ρόλο, καθώς ο μαθητής χωρίς πλήρη κατανόηση του προβλήματος μπορεί να χρησιμοποιήσει όσες πληροφορίες και αριθμούς εντοπίσει στο πρόβλημα. Το εύρημα αυτό συμφωνεί και με τους Rasmussen και Bisanz (2005), οι οποίοι υποστηρίζουν ότι τα προβλήματα που περιέχουν άσχετες πληροφορίες είναι πιο δύσκολα. Οι δυσκολίες των μαθητών και των δύο ομάδων που αφορούν τις ασήμαντες αυτές πληροφορίες, ίσως οφείλεται στο χαρακτηριστικό του κριτηρίου αυτό, που όπως προαναφέρθηκε δεν έχει τη διατύπωση των προβλημάτων του σχολικού εγχειριδίου. Έτσι, τα παιδιά σε προβλήματα των σχολικών βιβλίων χρησιμοποιούν όλες τις πληροφορίες για να λύσουν ένα πρόβλημα με αποτέλεσμα εδώ οι ασήμαντες πληροφορίες να αποτελούν σημαντικό εμπόδιο και να προκαλούν σύγχυση.

Πολλοί μαθητές και στις δύο ομάδες (με μεγαλύτερη συχνότητα στην ομάδα των μαθητών με δυσλεξία), ανέφεραν ότι ενώ διάβασαν σωστά το πρόβλημα, και επομένως δεν υπήρχαν αναγνωστικά λάθη (φάση μετάφρασης) έλυσαν το πρόβλημα με άλλο τρόπο από αυτόν που αναμενόταν, καθώς νόμιζαν ότι έψαχναν κάτι διαφορετικό. Ουσιαστικά χωρίς να αναγνωρίσουν τον τύπο του προβλήματος μετέτρεψαν ένα πρόβλημα χαμηλής συχνότητας σε πρόβλημα υψηλής συχνότητας λόγω της δομής του προβλήματος. Οι μαθητές μπορεί να μην είχαν έλθει σε επαφή με ορισμένους τύπους προβλημάτων (όπως προβλήματα σύγκρισης), οπότε χρησιμοποίησαν τον ίδιο τρόπο που έχουν μάθει για να λύνουν παρόμοια προβλήματα, που συναντούν πιο συχνά. Τέτοιους είδους λάθη έκαναν κυρίως οι μαθητές με δυσλεξία. Το εύρημα αυτό δεν επιβεβαιώνεται σύμφωνα με έρευνες αναφορικά με τον τύπο των προβλημάτων σε μαθητές με δυσλεξία. Ωστόσο, οι Chinn et.al., (2001) αναφέρουν ότι οι δυσλεκτικοί μαθητές αισθάνονται πιο ασφαλείς, όταν ακολουθούν τις ίδιες διαδικασίες, καθώς αυτό ενισχύει και τη μνήμη τους. Κατά συνέπεια δεν δοκιμάζουν νέες μεθόδους, αξιοποιούν αυτή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί πιο εύκολα, και αυτό θα μπορούσε να είναι ένας λόγος για το γεγονός ότι χρησιμοποιούν ένα ίδιο πρότυπο επίλυσης προβλημάτων σε όσα προβλήματα μοιάζουν και συναντούν πιο συχνά.

Επιπλέον, με βάση τον τύπο των προβλημάτων παρατηρήθηκε ότι οι μαθητές με δυσλεξία δυσκολεύτηκαν περισσότερο μεταξύ όλων των προβλημάτων σε προβλήματα που εισάγουν την έννοια της σύγκρισης (και πιο συχνά από τους συμμαθητές τους τυπικής ανάπτυξης), μετατρέποντας τις συσχετιστικές προτάσεις σε προσδιοριστικές. Αυτό πιθανότητα οφείλεται στο γεγονός ότι τα προβλήματα αυτά (σύμφωνα με τους Vlahović-Štetić, 2004· Riley, Greeno, Heller, 1983, ο.α. στο Αγαλιώτης, 2011) είναι πράγματι πιο δύσκολα σε σχέση με τους υπόλοιπους τύπους προβλημάτων, γι' αυτό και στα δύο προβλήματα του κριτηρίου που αφορούν την σύγκριση, έγιναν τα περισσότερα λάθη, και ειδικά από μαθητές με δυσλεξία, ενώ σε προβλήματα αλλαγής (όπως αφαίρεση, ή προβλήματα συνδυασμού) τα λάθη ήταν λιγότερα.

Παρόμοιες διαφορές σημειώθηκαν και στην φάση του σχεδιασμού με τη διαφορά ότι οι μαθητές με δυσλεξία, στα περισσότερα προβλήματα δεν έφτασαν καθόλου στη φάση του σχεδιασμού, σε σχέση με την ομάδα ελέγχου. Το εύρημα αυτό είναι σύμφωνο με την έρευνα των Reiter, Tucha και Lange, (2005) οι οποίοι βρήκαν ότι τα

ελλείμματα εκτελεστικών λειτουργιών, που παρουσιάζουν οι μαθητές με δυσλεξία, μπορεί να ευθύνονται για το σχεδιασμό και τη λήψη αποφάσεων.

Στην φάση της εκτέλεσης, οι μαθητές των δύο ομάδων παρουσίασαν εξίσου αξιοσημείωτες διαφορές. Τα κυριότερα λάθη στην εκτέλεση που σημειώθηκαν από τους μαθητές με δυσλεξία ήταν τα ακόλουθα. Εντοπίστηκαν λάθη στους αριθμητικούς συνδυασμούς της πρόσθεσης και του πολλαπλασιασμού (όπως:  $7+2 = 8$ ). Το αποτέλεσμα αυτό συμφωνεί με τον Chinn, (1994) που διαπίστωσε ότι οι μαθητές με δυσλεξία χρησιμοποιούν στρατηγικές μέτρησης, καθώς δεν γνωρίζουν τους αριθμητικούς συνδυασμούς.

Επίσης μαθητές και των δύο ομάδων έκαναν λάθη κατά τον νοερό υπολογισμό των πράξεων. Οι δυσκολίες αυτές στους μαθητές με δυσλεξία, είναι σύμφωνες με τις απόψεις των Politt, et al., (2004) οι οποίοι αναφέρουν ότι στους νοερούς υπολογισμούς, που απαιτούν δεξιότητες μνήμης οι μαθητές με δυσλεξία παρουσιάζουν δυσκολίες. Επιπλέον, οι Boets και De Smedt (2010) αναφέρουν ότι οι δυσκολίες στις στρατηγικές ανάκτησης, σχετίζονται με τη φωνολογική επεξεργασία κι έτσι είναι πιθανόν παιδιά με ελλείμματα στον τομέα αυτό, να παρουσιάζουν και δυσκολίες σε αριθμητικές πράξεις όπως ο πολλαπλασιασμός που βασίζεται σε στρατηγικές ανάκτησης αριθμητικών συνδυασμών.

Και στις δύο ομάδες σημειώθηκαν λάθη στην αφαίρεση με την παράλειψη ενός ψηφίου στο αποτέλεσμα της αφαίρεσης. Ορισμένοι μαθητές δεν έλαβαν υπόψη ένα ψηφίο του μειωτέου, ενώ δεν υπήρχε αντίστοιχο ψηφίο με την ίδια αξία θέσης στον αφαιρετέο, ώστε να γίνει αφαίρεση. Επιπλέον, οι μαθητές με δυσλεξία εξηγώντας το λόγο της παράλειψης αυτής ανέφεραν ότι ξέχασαν να γράψουν τον αριθμό αυτό στο αποτέλεσμα, ενώ ανέφεραν ότι ξέχασαν να λάβουν υπόψη τους τα κρατούμενα. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με απόψεις ερευνητών (Miles, 1992) οι οποίοι ανέφεραν ότι πράγματι οι μαθητές με δυσλεξία λόγω δυσκολιών μνήμης είναι πιθανόν να κάνουν τέτοια λάθη στην εκτέλεση.

Ένα λάθος που έγινε μόνο από μαθητές με δυσλεξία είναι η σύγχυση συμβόλου και η αλλαγή της πράξης. Οι μαθητές με δυσλεξία παρά την σωστή προφορική περιγραφή των βημάτων του αλγορίθμου, έκαναν λάθη στη γραπτή απάντηση λόγω σύγχυσης συμβόλου την ώρα της επίλυσης (παράδειγμα σύμβολα πρόσθεσης-αφαίρεσης), ενώ αυτό δικαιολογείται λόγω δυσκολιών στην οπτική μνήμη τους, όπως αναφέρουν οι Politt, et al., (2004). Τέλος, στη φάση αυτή οι μαθητές με δυσλεξία έκαναν λάθη με το «0» κατά την αφαίρεση ( $9-0=0$ ), που δεν έγινε από τους μαθητές

τυπικής ανάπτυξης. Το εύρημα αυτό δεν συμφωνεί με κάποια άλλη έρευνα. Ωστόσο, σύμφωνα με τον Αγαλιώτη (2011), λάθη τέτοιου είδους θα μπορούσαν να οφείλονται σε έλλειψη κατανόησης στη λειτουργία του μηδενός (αντιπροσωπεύει το «τίποτα», οπότε η απάντηση είναι 0). Επιπλέον, τα λάθη των παιδιών με δυσλεξία είναι πιθανόν να οφείλονται σε γενικές δυσκολίες τους στην εκτέλεση μαθηματικών πράξεων σύμφωνα με ερευνητές (Miles, Haslum, & Wheeler, 2001· Politt, et al., 2004).

Τέλος, στην φάση του ελέγχου οι μαθητές και των δύο ομάδων φαίνεται ότι δεν ελέγχουν τα προβλήματα, με αποτέλεσμα πολλά λάθη, που θα μπορούσαν να έχουν αποφευχθεί να παραμένουν λανθασμένα, όπως λάθη αναγνωστικά, λάθη εκτέλεσης και άλλα. Ωστόσο, και στη φάση αυτή οι μαθητές με δυσλεξία, όπως επιβεβαιώνεται (Politt, et al., 2004), δεν ελέγχουν τις λύσεις, σε σχέση με τα παιδιά της ομάδας ελέγχου. Επιπλέον, η απουσία ελέγχου είναι πιθανόν να οφείλεται και για λανθασμένη λύση, καθώς ο έλεγχος αποτελεί χαρακτηριστικό των αποτελεσματικών λυτών στα πλαίσια της αυτορρύθμισης κατά την επίλυση μαθηματικών προβλημάτων (Jitendra & Xin, 1997).

#### **4.2.1 Περιορισμοί της έρευνας και μελλοντικές προεκτάσεις**

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδωσαν σημαντικές πληροφορίες για την μαθηματική επάρκεια των παιδιών με δυσλεξία και για τις δυσκολίες τους στην επίλυση μαθηματικών προβλημάτων. Ωστόσο, παρά τη σημαντικότητα των ευρημάτων, η παρούσα έρευνα υπόκειται σε κάποιους περιορισμούς.

Ένας πρώτος περιορισμός είναι ότι το δείγμα της έρευνας, αποτελούνταν από μαθητές συγκεκριμένης ηλικιακής ομάδας (11-13 ετών) και φοιτούσαν στα σχολεία συγκεκριμένων νομών. Επιπλέον, οι μαθητές με δυσλεξία, επιλέχθηκαν με βολική δειγματοληψία και συμμετείχαν όσοι ήταν πρόθυμοι και διαθέσιμοι, καθώς δεν υπήρχε πρόσβαση στο σύνολο των παιδιών με διάγνωση δυσλεξίας. Ως εκ τούτου, το δείγμα δεν είναι αντιπροσωπευτικό και τα αποτελέσματα δεν μπορούν να γενικευτούν στο σύνολο των παιδιών με δυσλεξία.

Επιπλέον, τα παιδιά της πειραματικής ομάδας είχαν διάγνωση δυσλεξίας, η οποία προκύπτει από την αξιολόγηση της διεπιστημονικής ομάδας των ΚΕ.Σ.Υ (Κέντρα Εκπαιδευτικής και Συμβουλευτικής Υποστήριξης) Ωστόσο, δεν ήταν εφικτό να εξασφαλιστούν στοιχεία αναφορικά με τους συναισθηματικούς και κοινωνικο-οικονομικούς παράγοντες ή το μορφωτικό επίπεδο της οικογένειας για τους μαθητές

και των δύο ομάδων. Όμως, οι παράγοντες αυτοί σύμφωνα με τους Jordan και Levine, (2009) θα μπορούσαν να επηρεάζουν την επίδοση στα μαθηματικά.

Ένας ακόμη περιορισμός της παρούσας έρευνας είναι η χρήση μόνο ενός εργαλείου εκτίμησης της μαθηματικής επάρκειας. Όσον αφορά στην ποιοτική αξιολόγηση των λαθών, πραγματοποιήθηκε συνέντευξη με σκοπό την άντληση πληροφοριών από τους μαθητές για τον τρόπο που έλυσαν το κάθε πρόβλημα, ώστε να είναι ισότιμος ο τρόπος ανάλυσης των λαθών τους. Ωστόσο, υπήρχαν και ορισμένοι μαθητές, οι οποίοι ενώ εξέφρασαν τι ακριβώς έκαναν ή τι τους δυσκόλεψε, αδυνατούσαν να περιγράψουν αναλυτικά με λεπτομέρειες το σκεπτικό τους, δυσκολεύοντας τόσο τη διαδικασία της συνέντευξης με επιπλέον ερωτήσεις, όσο και την αξιολόγηση των λαθών τους.

Με βάση τους περιορισμούς που αναφέρθηκαν για την παρούσα έρευνα προκύπτουν ζητήματα που θα πρέπει να ληφθούν υπόψη σε μελλοντικές ερευνητικές προσπάθειες. Αρχικά, η διερεύνηση της μαθηματικής επάρκειας και συγκεκριμένα των δυσκολιών στην επίλυση μαθηματικών προβλημάτων των μαθητών με δυσλεξία στον ελληνικό χώρο, θα μπορούσε να πραγματοποιηθεί σε μεγαλύτερο πληθυσμό και όχι σε τόσο περιορισμένη ηλικιακή ομάδα, ούτε σε τόσο περιορισμένες περιοχές, ώστε να είναι γενικεύσιμα τα αποτελέσματα στο σύνολο των ατόμων με δυσλεξία.

Επίσης, σε μια μακροχρόνια έρευνα θα μπορούσε να γίνει εκτίμηση της μαθηματικής επάρκειας και σε εφήβους ή ακόμη και ενήλικες δυσλεκτικούς, ώστε να διαπιστωθεί εάν οι δυσκολίες στα μαθηματικά και στην επίλυση προβλημάτων παραμένουν ή εάν υπάρχει βελτίωση. Σύμφωνα με τους De Smedt και Boets (2010) οι έφηβοι με δυσλεξία παρουσίασαν δυσκολίες στα μαθηματικά, ενώ οι Göbel και Snowling (2010) εντόπισαν μικρές διαφοροποιήσεις και όχι στατιστικά σημαντικές, επισημαίνοντας ότι οι μαθηματικές δεξιότητες δεν επηρεάζονται στην ενήλικη ζωή.

Επιπλέον, θα μπορούσε η εκτίμηση της μαθηματικής επάρκειας να υλοποιηθεί με την χορήγηση περισσότερων εργαλείων μαθηματικής επάρκειας. Έτσι, θα είναι πιο συνολική και λεπτομερής η εικόνα των πιθανών δυσκολιών που αντιμετωπίζουν οι μαθητές με δυσλεξία στα μαθηματικά.

Επιπροσθέτως, η διερεύνηση των δυσκολιών στον τομέα της επίλυσης μαθηματικών προβλημάτων, έδωσε χρήσιμες πληροφορίες για τις δυσκολίες των μαθητών με δυσλεξία. Ωστόσο, περαιτέρω έρευνα στον τομέα αυτό θα έδινε πιο ουσιαστικές πληροφορίες για τα γνωστικά ελλείμματα των παιδιών με δυσλεξία που αποτυγχάνουν στην επίλυση προβλημάτων. Καθώς, έχουν βρεθεί διαφορές στον



τρόπο σκέψης των δυσλεκτικών (Chinn et al., 2001· Chinn & Ahcroft, 2017), θα μπορούσαν να γίνουν έρευνες που να εστιάζουν στη σχέση μεταξύ δυσλεξίας και προτίμησης χεριού, αλλά και προτίμησης ημισφαιρίου, καθώς είναι πιθανόν οι μαθητές με δυσλεξία να έχουν έναν διαφορετικό τρόπο σκέψης και διαχείρισης επίλυσης προβλημάτων, απ' ό,τι οι μαθητές τυπικής επίδοσης. Επίσης, θα μπορούσαν να γίνουν έρευνες, που να διερευνούν τις διαφορές ανάμεσα στα δύο φύλα και την επίδοση τους στον τομέα αυτό.

Επιπλέον, σύμφωνα με έρευνες οι μαθητές με δυσλεξία χρειάζονται περισσότερο χρόνο κατά την επίλυση ασκήσεων στα μαθηματικά (Chinn, 1994, 1995· Turner Ellis et al., 1996· Reiter, Tucha & Lange, 2005). Λαμβάνοντας υπόψη τα ευρήματα αυτά, θα μπορούσε σε επόμενες έρευνες να συμπεριληφθεί ο παράγοντας του χρόνου, είτε με χρονομετρημένες δοκιμασίες, είτε με καταγραφή του χρόνου που χρειάζονται οι μαθητές με δυσλεξία στον τομέα των μαθηματικών.

Επίσης, οι μαθητές της πειραματικής ομάδας, σύμφωνα με τις διαγνώσεις τους είχαν μόνο δυσλεξία, χωρίς συνυπάρχουσες δυσκολίες στα μαθηματικά. Ωστόσο, σύμφωνα με τα ευρήματα της έρευνας παρουσίασαν χαμηλότερη μαθηματική επάρκεια και διαπιστώθηκε ότι δυσκολεύονται σε πτυχές των μαθηματικών. Σε μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να εξεταστούν και να συγκριθούν οι επιδόσεις μαθητών διαφορετικών ομάδων με διαφορετικό προφίλ, όπως μαθητές με δυσλεξία και δυσαριθμησία ή μαθητές μόνο με δυσαριθμησία, ώστε να διερευνηθεί εάν οι δυσκολίες των μαθητών αυτών εντοπίζονται σε συγκεκριμένους γνωστικούς τομείς και εάν παρουσιάζουν ομοιότητες ή διαφορές.

#### **4.2.2 Εκπαιδευτικές προεκτάσεις**

Με βάση τα ευρήματα μας και τη διαπίστωση χαμηλότερης μαθηματικής επάρκειας των παιδιών με δυσλεξία, καθώς και σημαντικά περισσότερων λαθών κατά την επίλυση μαθηματικών προβλημάτων, διαφαίνεται ότι είναι απαραίτητο να δίνεται έμφαση στον τομέα αυτό, ώστε να αντιμετωπίζονται οι πιθανές δυσκολίες που έχουν οι μαθητές με δυσλεξία. Όπως αναφέρει ο Miles (1992) οι δυσκολίες στα μαθηματικά, μπορούν έως κάποιο βαθμό να αντιμετωπιστούν ή ακόμη και να ξεπεραστούν, με αποτέλεσμα οι μαθητές με δυσλεξία να έχουν πολύ καλές επιδόσεις στα μαθηματικά.

Μερικές προτάσεις για την αντιμετώπιση των δυσκολιών των μαθητών με δυσλεξία τα μαθηματικά είναι η κατάλληλη αξιολόγηση των δυσκολιών τους, η ευελιξία στη χρήση διδακτικών μεθόδων, η εξοικείωση με τη γλώσσα-ορολογία των μαθηματικών και οι προσαρμογές ανάλογα με τον στόχο και το είδος της γνώσης (Αγαλιώτης, 2011).

Σχετικά με την αντιμετώπιση των δυσκολιών στον εννοιολογικό τομέα, σύμφωνα με τον Αγαλιώτη (2000, 2011) προτείνεται η χρήση ποικιλίας υλικών και επιπλέον όσο το δυνατόν περισσότερων αντιληπτικών δομών για την απόκτηση εννοιών και τη γενίκευση της γνώσης αυτής. Επιπλέον, χρήσιμο θα ήταν σε κάθε ενέργεια να γίνεται λεκτική υποστήριξη με το κατάλληλο λεξιλόγιο (όπως « μεγάλο, μικρότερο » κ.α.). Για να διαπιστωθεί εάν ο μαθητής έχει κατακτήσει τις απαραίτητες γνώσεις, θα μπορούσε ο μαθητής να παροτρύνεται από τον εκπαιδευτικό για την χρήση δικών του παραδειγμάτων με βάση την έννοια. Οι Politt, et al., (2004) αναφέρουν τη χρήση διαγραμμάτων και χρήση γνωστών αναφορών (εκμάθηση δεκαδικών με τα χρήματα που γνωρίζουν), ως βάση για την εκμάθηση εννοιών.

Όσον αφορά στις δυσκολίες στους υπολογισμούς (εκτέλεση πράξεων) σύμφωνα με τον Αγαλιώτη (2000, 2011) είναι απαραίτητο να έχουν αποκτηθεί ορισμένες δεξιότητες, όπως η ικανότητα του μαθητή για αρχική εκτίμηση και τελικό έλεγχο του αποτελέσματος, με σκοπό έπειτα την επαλήθευση για την ορθότητα της πράξης. Αυτό θα βοηθήσει, καθώς αναμένεται, εάν ο μαθητής γνωρίζει κατά προσέγγιση το αποτέλεσμα, να μπορεί να κάνει και τον ακριβή υπολογισμό. Μια πρόταση για την εκτίμηση αυτή είναι η παροχή πολλών σωστών απαντήσεων, ώστε ο μαθητής να επιλέξει τη σωστή με βάση την εκτίμηση του. Για την σωστή σύνδεση των συμβόλων με τις πράξεις, από τη στιγμή που οι μαθητές θα έχουν τέτοια δυσκολία, θα μπορούσε να δίνεται ένας πίνακας που να περιέχει τα σύμβολα των πράξεων με τις αντίστοιχες ενέργειες και στη συνέχεια να δοθούν ασκήσεις (αντιστοίχισης, συμπλήρωσης) με σκοπό την κατανόησή τους. Επίσης, για την εκτέλεση των πράξεων, προτείνεται η άμεση σύνδεση της συμβολικής μορφής της πράξης με τις ενέργειες πάνω στα αντικείμενα (Αγαλιώτης, 2000, 2011). Έτσι, και στις τέσσερις πράξεις, θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί η στρατηγική CRA (Concrete - Representational - Abstract/ Συγκεκριμένο - Αναπαράσταση - Συμβολικό) (ACRC, 2012 ο.α. στο Τζιβινίκου, 2015) με την χρήση αντικειμένων στις πράξεις και τη σταδιακή κατανόηση μεταξύ των αντικειμένων, στη συνέχεια των απεικονίσεων τους και τέλος των συμβόλων.

Σχετικά με την επίλυση προβλημάτων, σύμφωνα με το Αμερικανικό Εθνικό Συμβούλιο των Δασκάλων των Μαθηματικών (NCTM, 1989, ο.α. στο Αγαλιώτης, 2000), η επίλυση προβλημάτων πρέπει να αντιμετωπίζεται ως διαδικασία που διατρέχει όλο το πρόγραμμα σπουδών και όχι ως ένα απλό μάθημα, ενώ θα πρέπει να γίνεται διάκριση ανάμεσα στο αποτέλεσμα που πιθανόν να είναι λάθος και στην αλληλουχία σκέψεων. Δεν θα πρέπει να χρησιμοποιούνται μεμονωμένες στρατηγικές αποκλειστικά για την επιλογή πράξεων και η επιλογή συγκεκριμένων πράξεων λόγω γνώσης αυτών από το μαθητή. Σύμφωνα με τον Αγαλιώτη (2000) μερικές ενδεικτικές προτάσεις αντιμετώπισης ανά στάδιο επίλυσης μαθηματικών προβλημάτων είναι οι ακόλουθες.

Στην πρώτη φάση επίλυσης προβλημάτων προτείνεται να υπάρχει επιπλέον εξοικείωση με το λεξιλόγιο των μαθηματικών και τα μαθηματικά σύμβολα που υπάρχουν στα προβλήματα. Θα μπορούσε να υπάρχει ατομικό μαθηματικό λεξιλόγιο, όπου θα ανατρέχει ο μαθητής με κάθε καινούργια έννοια (όπως ζημία). Επίσης, σε προβλήματα με αριθμητικά σύμβολα που δυσκολεύουν τους μαθητές, θα μπορούσαν αυτά να παρουσιάζονται παράλληλα με λέξεις ή ακόμη και με αναπαράσταση, ώστε οι μαθητές να συγκεντρώνονται στον χειρισμό του προβλήματος και όχι στην αποκωδικοποίηση των συμβόλων. Χρήσιμη θα ήταν και η σύνδεση του προβλήματος με την προσωπική ζωή (παραδείγματα) και με τη χρήση τρισδιάστατων υλικών (Αγαλιώτης, 2011). Επιπλέον ο Miles, (1992) αναφέρει ότι τα δυσλεκτικά παιδιά κατανοούν καλύτερα τις βασικές αριθμητικές έννοιες, όταν αυτές διδάσκονται με τη βοήθεια συγκεκριμένων παραδειγμάτων. Σε διαφορετική περίπτωση, δεν μπορούν εύκολα να κατανοήσουν τη σημειογραφική τους παρουσίαση.

Στη φάση της ολοκλήρωσης, ιδιαίτερα χρήσιμη έχει αποδειχθεί η τεχνική της παράφρασης (Geary, 1994·Montague,1998, ο.α. στο Αγαλιώτης, 2000). Ο μαθητής θα μπορούσε να εξηγήσει με δικά του λόγια το νόημα ή να αναφέρει τους αριθμούς που αναφέρονται ακόμη και με στρογγυλοποίηση, με στόχο της κατανόηση της συνολικής εικόνας. Η τεχνική της παράφρασης, επισημαίνεται και από τους Chinn και Ashcroft (2017) ως μια τεχνική για τη βελτίωση της επίδοσης στην επίλυση μαθηματικών προβλημάτων. Μία επίσης χρήσιμη στρατηγική που προτείνεται σύμφωνα με τον Αγαλιώτη (2000) για το δεύτερο στάδιο είναι η τεχνική της οπτικοποίησης. Για παράδειγμα, χρήσιμα θα ήταν τα σχέδια ή οι εικόνες που απεικονίζουν τα αριθμητικά δεδομένα και βοηθούν στην αντίληψη του προβλήματος. Οι Edens και Potter (2008) αναφέρουν επίσης τη χρήση σχεδιαγραμμάτων και σχηματικών αναπαραστάσεων (όχι

εικονικών με άσχετες πληροφορίες) για την επίλυση προβλημάτων, την κατανόηση και την εύρεση της λύσης, καθώς προσφέρει οπτική αναπαράσταση των στοιχείων. Η τρίτη στρατηγική που προτείνεται για το στάδιο αυτό είναι η στρογγυλοποίηση-εκτίμηση, που βοηθάει ώστε να γίνει η ενασχόληση με το πρόβλημα πιο αποτελεσματική και όχι μηχανιστική ψάχνοντας απευθείας πράξεις (Αγαλιώτης, 2000). Στο τρίτο στάδιο επίλυσης σύμφωνα με τον Αγαλιώτη (2000), προτείνεται για τον σχεδιασμό της λύσης, να παρέχονται πρότυπα μοντέλα προβλημάτων, όπου ο μαθητής θα προσπαθεί να αντιμετωπίσει όλες τις σχετικές περιπτώσεις προβλημάτων. Φυσικά, προϋπόθεση για την τεχνική αυτή είναι να μην γίνεται απόλυτη σύνδεση με λέξεις κλειδιά (ψάχνω ρέστα = αφαίρεση), και ο μαθητής να έχει την ικανότητα εντοπισμού ομοιότητας μεταξύ παρόμοιων προβλημάτων. Επιπλέον, λόγω δυσκολιών στην ακολουθία, που παρουσιάζουν οι μαθητές με δυσλεξία, θα μπορούσε να γίνεται εξάσκηση και καθορισμός της σειράς των ενεργειών (πρώτα πρέπει να βρω...έπειτα...πριν...μετά...), ή ακόμη και παρουσίαση των πιθανών ενεργειών, για διευκόλυνση των μαθητών και τοποθέτηση τους στη σωστή σειρά. Επίσης, στο στάδιο αυτό του σχεδιασμού, χρήσιμη θα ήταν και η διδασκαλία στρατηγικών (Αγαλιώτης, 2000).

Στο φάση της εκτέλεσης, προτείνεται αρχικά η σύνδεση της μαθηματικής γλώσσας του μαθητή και των αλγοριθμικών ενεργειών. Επιπλέον, η παρουσίαση των αλγορίθμων και των βημάτων αυτών μέσω υλικών και άλλων τρόπων αναπαράστασης θα βοηθούσε στην καλύτερη κατανόηση των αλγορίθμων, όπως και χρήση παραδειγμάτων - πράξεων με βάση την καθημερινή ζωή. Η ανάλυση των πράξεων σε διαδοχικά βήματα, θα μείωνε το βάρος της επεξεργασίας, ενώ θα πρέπει να δίνεται και έμφαση στην εκμάθηση αριθμητικών συνδυασμών, και της αξίας θέσης των αριθμών(Αγαλιώτης, 2011).

Στη φάση του ελέγχου προτείνονται από τους Politt, et al., (2004) στρατηγικές αυτοελέγχου με ερωτήσεις όπως *‘είναι λογικό το αποτέλεσμα’* *‘ταιριάζει με την πρώτη εκτίμηση μου;*, *‘έκανα επαλήθευση;*. Έτσι, οι μαθητές θα αυτοματοποιήσουν την διαδικασία του ελέγχου, έπειτα από τη λύση κάθε άσκησης.

Επίσης, ορισμένες χρήσιμες στρατηγικές για την επίλυση μαθηματικών προβλημάτων είναι η στρατηγική DRAW (Mercer & Miller, 1992, ο.α. στο Τζιβινίκου 2015). Σύμφωνα με τη στρατηγική αυτή, ο μαθητής ακολουθεί συγκεκριμένα βήματα. Αρχικά, ανακαλύπτει το σύμβολο της πράξης, διαβάσει το πρόβλημα, κάνει μια αναπαράσταση του προβλήματος και τέλος γράφει την

απάντηση. Μια ακόμη στρατηγική είναι η στρατηγική STAR (Maccini & Hughes, 2000, ο.α. στο Τζιβινίκου, 2015), όπου ο μαθητής αρχικά μελετά το πρόβλημα, μετατρέπει το πρόβλημα σε μαθηματική γλώσσα, απαντάει με τις κατάλληλες πράξεις και ελέγχει τη λύση.

Οι Lawson, et al., (2003) αναφέρουν ότι θα μπορούσαν να γίνουν αλλαγές στη μορφή των κειμένων, όπως διαφορετικό χρώμα, αλλαγή γραμματοσειράς και μεγέθους γραμμάτων, χρήση κουκίδων για τη μείωση της έκτασης του κειμένου, και διάσπαση ενός προβλήματος σε βήματα. Επιπλέον, θα μπορούσε να γίνεται ανάγνωση του κειμένου στο μαθητή, όταν αυτό διακόπτεται από πίνακες, διαγράμματα και εικόνες στα σχολικά εγχειρίδια, και ο μαθητής αναγκάζεται να γυρνάει συνεχώς τις σελίδες, με συνέπειες στην κατανόηση του κειμένου. Επίσης οι Lawson, et al., (2003) προτείνουν την επισήμανση των σημαντικών στοιχείων και υπογράμμιση τους, για τον εντοπισμό των ερωτήσεων, καθώς και χρήση χρωμάτων για κάθε διαφορετικό ερώτημα και αρίθμηση τους. Επίσης, προτείνουν βιβλία μνήμης, σαν αφίσες με υπενθύμιση των συμβόλων ή κάρτες με υπενθύμιση κανόνων, όπως κρατούμενα κ.λπ. Τέλος, χρήσιμοι είναι οι οργανωτές που έχουν καταγεγραμμένες ενέργειες και θα βοηθούσε τους μαθητές που μαθαίνουν οπτικά, ενώ ταυτόχρονα θα ενίσχυε τη μνήμη τους.

Επιπλέον, εκτός από τις ενδεικτικές προτάσεις για την εκπαιδευτική διαδικασία, ενδιαφέρουσες είναι οι προτάσεις των Ahmad, Jinon και Rosmani, (2013) και Freda, Pagliara, Ferraro, Zanfardino και Pepino (2008) για τη χρήση της τεχνολογίας μέσω λογισμικών. Έτσι, μέσω της τεχνολογίας δίνεται η δυνατότητα σε παιδιά με δυσλεξία να χειρίζονται στα πλαίσια της διδασκαλίας τα αριθμητικά δεδομένα, ενισχύοντας τις αριθμητικές δεξιότητες, τις δεξιότητες ακολουθίας και υπολογισμών, σε ένα περιβάλλον φιλικό και ελκυστικό.

Ευελπιστούμε ότι τα παραπάνω ευρήματα θα βοηθήσουν τους εκπαιδευτικούς να κατανοήσουν και να μπορούν να εντοπίσουν τις δυσκολίες των μαθητών με δυσλεξία στα μαθηματικά και στον τομέα της επίλυσης μαθηματικών προβλημάτων. Επιπλέον, οι σχετικές προτάσεις πιθανόν να ευαισθητοποιήσουν και να βοηθήσουν τους εκπαιδευτικούς, στην υποστήριξη και βοήθεια των μαθητών με δυσλεξία που αντιμετωπίζουν επιπλέον δυσκολίες στα μαθηματικά.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Ahissar, M. (2007). Dyslexia and the anchoring-deficit hypothesis. *Trends in Cognitive Sciences*, 11, 458–465.
- Ahmad, S. Z., Jinon, N. I., & Rosmani, A. F. (2013, April). MathLexic: An assistive multimedia mathematical learning aid for dyslexia children. *IEEE Business Engineering and Industrial Applications Colloquium (BEIAC)* . 390-394.
- Andersson, U. (2007). The contribution of working memory to children's mathematical word problem solving. *Applied Cognitive Psychology*, 21, 1201–1216.
- Ashkenazi, S., Rubinsten, O., & De Smedt, B. (2017). Associations between Reading and Mathematics: Genetic, Brain Imaging, Cognitive and Educational Perspectives. *Frontiers in psychology*, 8, 600.
- Αγαλιώτης, Ι. (2000). *Μαθησιακές δυσκολίες στα Μαθηματικά*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα
- Αγαλιώτης, Ι. (2011). *Διδασκαλία μαθηματικών στην ειδική αγωγή και εκπαίδευση: Φύση και εκπαιδευτική διαχείριση των μαθηματικών δυσκολιών*. Αθήνα: Γρηγόρης.
- Barbosa, T., Rodrigues, C. C., Mello, C. B. D., & Bueno, O. F. A. (2019). Executive functions in children with dyslexia. *Arquivos de neuro-psiquiatria*, 77, 254-259.
- Βλάχος, Φ. (2010). Δυσλεξία: Μία συνθετική προσέγγιση αιτιολογικών θεωριών. *Hellenic Journal of Psychology*, 7, 205-240.
- Βλάχος, Φ. (2018). Νευροεπιστημονικές προσεγγίσεις της ανάγνωσης και της δυσλεξίας Στο: Βλάχος Φ. (Επιμ.) *Εγκέφαλος μάθηση και ειδική αγωγή*. Αθήνα: Gutenberg
- Boets, B., & De Smedt, B. (2010). Single-digit arithmetic in children with dyslexia. *Dyslexia*, 16, 183–191.
- British Dyslexia Association- BDA, *Signs of Dyslexia (2019)* ανακτήθηκε στις 25/05/2019 από <https://www.bdadyslexia.org.uk/dyslexia/about-dyslexia/signs-of-dyslexia>
- Chinn S. J. (1994). A study of the basic number fact skills of children from specialist dyslexic and normal schools *Dyslexia Review*, 2, 4-6
- Chinn S. J. (1995). A pilot study to compare aspects of arithmetic skill *Dyslexia Review*, 7, 4 -7.

- Chinn, S.J. & Ashcroft, J.R. (1998). *Mathematics for dyslexics: A teaching handbook* (2nd ed.). London: Whurr.
- Chinn, S. J., & Ashcroft, R. E. (2017). *Mathematics for dyslexics and dyscalculics: a teaching handbook*. Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons.
- Chinn, S., McDonagh, D., Elswijk, R. van, Harmsen, H., Kay, J., McPhillips, T., Power Angela & Skidmore, L. (2001). Classroom studies into cognitive style in mathematics for pupils with dyslexia in special education in the Netherlands, Ireland and the UK. *British Journal of Special Education*, 28(2), 80-85
- Creswell, J. W. (2011). *Η έρευνα στην εκπαίδευση: Σχεδιασμός, διεξαγωγή και αξιολόγηση της ποσοτικής και ποιοτικής έρευνας*. Αθήνα: Ίων / Έλλην.
- De Smedt, B., & Boets, B. (2010). Phonological processing and arithmetic fact retrieval: Evidence from developmental dyslexia. *Neuropsychologia*, 48, 3973–3981.
- Duncan, L. G. (2018). Language and Reading: the Role of Morpheme and Phoneme Awareness. *Current developmental disorders reports*, 5, 226-234.
- Eckert, M. A., Leonard, C. M., Richards, T. L., Aylward, E. H., Thomson, J., & Berninger, V. W. (2003). Anatomical correlates of dyslexia: frontal and cerebellar findings. *Brain: A Journal of Neurology*, 126, 482–494.
- Edens, K., & Potter, E. (2008). How students “unpack” the structure of a word problem: Graphic representations and problem solving. *School Science and Mathematics*, 108, 184–196.
- Evans, T. M., Flowers, D. L., Napoliello, E. M., Olulade, O. A., & Eden, G. F. (2014). The functional anatomy of single-digit arithmetic in children with developmental dyslexia. *NeuroImage*, 101, 644-652.
- Fawcett, A.J. and Nicholson, R. (1999). Performance of dyslexic children on cerebellar and cognitive tasks. *Journal of Motor Behavior*, 31, 68–78.
- Fletcher, J. M. (2009). Dyslexia: The evolution of a scientific concept. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 15, 501–508.
- Freda, C., Pagliara, S. M., Ferraro, F., Zanfardino, F., & Pepino, A. (2008) Dyslexia: Study of compensatory software which aids the mathematical learning process of dyslexic students at secondary school and university. In *International Conference on Computers for Handicapped Persons*, 742-746. Berlin, Heidelberg, Springer.
- Frith, U. (1999) ‘Paradoxes in the definition of dyslexia’, *Dyslexia*, 5, 192–214

- Fuchs, L. S., Fuchs, D., Compton, D. L., Powell, S. R., Seethaler, P. M., Capizzi, A. M., Fletcher, J. M. (2006). The Cognitive Correlates of Third-Grade Skill in Arithmetic, Algorithmic Computation, and Arithmetic Word Problems. *Journal of Educational Psychology*, 98 , 29–43
- Geary D. C. (1993). Mathematical disabilities: cognitive, neuropsychological and genetic components. *Psychological Bulletin*, 114, 345–62.
- Geary D. C. (2004). Mathematics and learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 37, 4–15.
- Göbel, S. M., & Snowling, M. J. (2010). Number-processing skills in adults with dyslexia. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 63, 1361–1373.
- Grigorenko, E. L. (2001). Developmental dyslexia: An update on genes, brains, and environments. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 42, 91-125.
- Habib, M. (2000). The neurological basis of developmental dyslexia: an overview and working hypothesis. *Brain*, 123(12), 2373-2399.
- Hegarty, M., Mayer, R. E., & Monk, C. A. (1995). Comprehension of arithmetic word problems: A comparison of successful and unsuccessful problem solvers. *Journal of Educational Psychology*, 87, 18–32.
- Helland, T., & Asbjørnsen, A. (2004). Digit span in dyslexia: variations according to language comprehension and mathematics skills. *Journal Of Clinical And Experimental Neuropsychology*, 26(1), 31–42.
- Henderson, A. (2013). *Dyslexia, Dyscalculia and Mathematics: A practical guide*. London, UK: Routledge
- International Dyslexia Association (2002). *Definition of Dyslexia*. Retrieved from: <https://dyslexiaida.org/definition-of-dyslexia/>
- Jitendra, A., & Xin, Y. P. (1997). Mathematical word-problem-solving instruction for students with mild disabilities and students at risk for math failure: A research synthesis. *The Journal of Special Education*, 30, 412-438.
- Joffe, L. (1983). School mathematics and dyslexia: A matter of verbal labelling, generalisation, horses and carts. *Cambridge Journal of Education*, 13, 22–27.
- Jordan, N. C., & Levine, S. C. (2009). Socioeconomic variation, number competence, and mathematics learning difficulties in young children. *Developmental disabilities research reviews*, 15(1), 60-68.



- Koerte, I. K., Willems, A., Muehlmann, M., Moll, K., Cornell, S., Pixner, S., Steffinger, D., Keeser, D., Heinen, F., Kubicki, M., Shenton, M. E., Ertl- Wagner B., & Schulte-Körne G. (2016). Mathematical abilities in dyslexic children: a diffusion tensor imaging study. *Brain Imaging and Behavior*, 10(3), 781-791.
- Lawson, D., Croft, A.C. and Halpin, M. (2003). *Good Practice in the Provision of Mathematics Support Centres (2nd edn.)*. Birmingham: LTSN Maths, Stats and OR Network.
- Lopes-Silva, J. B., Moura, R., Júlio-Costa, A., Wood, G., Salles, J. F., & Haase, V. G. (2016). What is specific and what is shared between numbers and words?. *Frontiers in psychology*, 7, 22
- Malmer, G. (2000). Mathematics and dyslexia - an overlooked connection. *Dyslexia*, 6, 223-230.
- Miles, T.R. (1992). Some theoretical considerations. In Miles, T.R., & Miles, E.(Eds). *Dyslexia and Mathematics*, 1-18. London: Routledge.
- Miles, T. R., Haslum, M. N., & Wheeler, T. J. (2001). The mathematical abilities of dyslexic 10-year-olds. *Annals of Dyslexia*, 51, 299–321.
- Μπάρμπας, Γ., Βερμέουλεν, Φ., Κιοσέογλου Γ. και Μενεξές Γ. (2008). *Ψυχομετρικό κριτήριο μαθηματικής επάρκειας για παιδιά και εφήβους, Στο πλαίσιο του έργου ΕΠΕΑΕΚ «Ψυχομετρική - διαφορική αξιολόγηση παιδιών και εφήβων με μαθησιακές δυσκολίες», Θεσσαλονίκη.*
- Nicolson, R. I., Fawcett, A. J., & Dean, P. (2001). Dyslexia, development and the cerebellum. *Trends in Neurosciences*, 24, 515-516.
- Norton, E. S., Beach, S. D., & Gabrieli, J. D. (2015). Neurobiology of dyslexia. *Current opinion in neurobiology*, 30, 73-78.
- Papanicolaou, A. Simos, P., Breier, J., Fletcher, J., Foorman, B., Francis, D., Castillo, E., & Davis, R. (2003). Brain mechanisms for reading in children with and without dyslexia: A review of studies of normal development and plasticity. *Developmental Neuropsychology*, 24, 593-612.
- Παυλίδου, Μ. Τέλιου, Ε. Βλάχος, Φ. (2017). Ετερογένεια στο γνωστικό προφίλ των δυσλεξικών. *Ελληνική Επιθεώρηση Ειδικής Αγωγής*, 5, 17-36.
- Politt, R., Pollock, J., & Waller, E. (2004). *Day-to-day dyslexia in the classroom*. Routledge. 2<sup>nd</sup> edition.

- Πολυχρονοπούλου Σ.,(2003) *Παιδιά και έφηβοι με Ειδικές ανάγκες και δυνατότητες*, Τόμος Α, Αθήνα.
- Πόρποδας , Κ. (1993), *Δυσλεξία: η ειδική διαταραχή στη μάθηση του γραπτού λόγου (ψυχολογική θεώρηση)*, Αθήνα:Εκπαιδευτήρια "Μορφωτική".
- Ramus, F. (2004). Neurobiology of Dyslexia: a reinterpretation of the data. *Trends in Neurosciences*, 27, 720- 726.
- Rasmussen, C., & Bisanz, J. (2005). Representation and working memory in early arithmetic. *Journal Experimental Child Psychology*, 91, 137–157.
- Reiter, A., Tucha, O., & Lange, K. W. (2005). Executive functions in children with dyslexia. *Dyslexia*, 11, 116–131.
- Shaywitz, S. E., Shaywitz, B. A., Pugh, K. R., Fulbright, R. K., Constable, R. T., Mencl, W. E., Shankweiler, D. P., Liberman, A. M., Skudlarski, P., Fletcher, J. M., Katz, L., Marchione, K. E., Lacadie, C., Gatenby, C., & Gore, J. C. (1998). Functional disruption in the organization of the brain for reading in dyslexia. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 95, 2636-2641.
- Simmons, F. R., & Singleton, C. (2006). The mental and written arithmetic abilities of adults with dyslexia. *Dyslexia*, 12, 96–114.
- Simmons, F. R., & Singleton, C. (2008). Do Weak Phonological Representations Impact on Arithmetic Development? A Review of Research into Arithmetic and Dyslexia. *Dyslexia*, 14, 77–94.
- Σίμος, Π., Μουζάκη, Α., & Παπανικολάου, Α. (2004). Η λειτουργία της ανάγνωσης και οι διαταραχές της: Η συμβολή των μεθόδων λειτουργικής απεικόνισης του εγκεφάλου. *Hellenic Journal of Psychology*, 1, 56-79.
- Slot, E. M., van Viersen, S., de Bree, E. H., & Kroesbergen, E. H. (2016). Shared and unique risk factors underlying mathematical disability and reading and spelling disability. *Frontiers in psychology*, 7, 803.
- Stern, E. (1993). What makes certain arithmetic word problems involving comparison of sets so difficult for children? *Journal of Educational Psychology*, 85, 7-23.
- Tambychik, T. & Meerah, T. S. M. (2010). Students' difficulties in mathematics problem-solving: What do they say? *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 8, 142- 151.

- Träff, U., & Passolunghi, M. C. (2015). Mathematical skills in children with dyslexia. *Learning and Individual Differences*, 40, 108–114.
- Turner Ellis, S. A., Miles, T. R., & Wheeler, T. J. (1996). Speed of multiplication in dyslexics and non-dyslexics. *Dyslexia*, 2, 121–139.
- Τζιβνίκου, Σ., 2015. *Μαθησιακές δυσκολίες - διδακτικές παρεμβάσεις*. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο: <http://hdl.handle.net/11419/5332>
- Vellutino, F. R., Fletcher, J. M., Snowling, M. J., & Scanlon, D. M. (2004). Specific learning disability (dyslexia): what have we learned the past four decades. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 45, 2-40.
- Vlachos, F., Andreou, E., & Delliou, A. (2013). Brain Hemisphericity and Developmental Dyslexia. *Research in Developmental Disabilities: A Multidisciplinary Journal*, 34, 1536–1540.
- Vlachos, F., Avramidis, E., Dedousis, G., Chalmpé, M. Ntalla, I., & Giannakopoulou, M. (2013). Prevalence and gender ratio of dyslexia in Greek adolescents and its association with parental history and brain injury. *American Journal of Educational Research*, 1, 22-25.
- Vlahović-Štetić, V., Rován, D., & Mendek, Ž. (2004). The role of students' age, problem type and situational context in solving mathematical word problems. *Review of Psychology*, 11, 25–33.
- Vukovic, R. K., Lesaux, N. K., & Siegel, L. S. (2010). The Mathematics Skills of Children with Reading Difficulties. *Learning and Individual Differences*, 20, 639–643.
- Willcutt, E. G., McGrath, L. M., Pennington, B. F., Keenan, J. M., DeFries, J. C., Olson, R. K., & Wadsworth, S. J. (2019). Understanding Comorbidity Between Specific Learning Disabilities. *New Directions For Child And Adolescent Development*, 165, 91–109.
- Yeap, B.H., and Kaur, B. (2001). “Semantic characteristics that make arithmetic word problems difficult” in *Proceedings of the 24<sup>th</sup> Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia Incorporated (MERGA) on “Numeracy and Beyond,”* Australia.